



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO LITOGEOQUÍMICO DOS *AUGEN*
GNAISSES DO MUNICÍPIO DE NITERÓI - RJ**

Marcio Fernandes Leão

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO LITOGEOQUÍMICO DOS *AUGEN*
GNAISSES DO MUNICÍPIO DE NITERÓI - RJ

Marcio Fernandes Leão

Monografia submetida ao Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientadores: Dr. Júlio Cezar Mendes
Dr^a. Isabel P. Ludka

Rio de Janeiro
Janeiro de 2007

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Isabel P. Ludka por sua dedicação e constante ajuda na realização de todas as etapas deste trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Julio Cezar Mendes pelo apoio e aceitação como orientador de estágio de campo 4.

Um especial agradecimento ao Prof. Dr. Hélio Penha e juntamente a Prof^ª. Dr^ª. Isabel P. Ludka pela oportunidade no acompanhamento das campanhas de campo e utilização de dados obtidos nas mesmas.

A amiga Alessandra Moreira pela ajuda na confecção do mapa de seus dados referentes.

Ao Departamento de Geologia da UFRJ pelo apoio institucional e financeiro.

A todos que de certa forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO LITOGEOQUÍMICO DOS *AUGEN* GNAISSES DO MUNICÍPIO DE NITERÓI – RJ

Marcio Fernandes Leão

Orientadores: Dr. Júlio Cezar Mendes
Dr^a Isabel P. Ludka

Resumo da Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

A presente área estudada é marcada por rochas porfiroblásticas, de granulometria média a grossa em matriz quartzo – feldspática com concentrações variáveis de feldspatos potássicos, como microclina e seus produtos de alteração como principais pórfiros; tais rochas são conhecidas como os *augen* gnaisses, rocha esta muito predominante na região do município de Niterói – RJ. Na área estudada de 64Km² aproximadamente, foram identificadas cinco unidades: a Unidade Ilha da Conceição, a Unidade Morro da Penha, a Unidade Ingá e as Sub – Unidades Gnaiss Facoidal com e sem porções charnockíticas. Petrograficamente ainda se pode definir um litotipo transicional contendo porções charnockitizadas e sem charnockitização em proporções variadas. As rochas modalmente se comportam como granitos a granodioritos, plotando no campo do quartzo monzonito as amostras mais charnockitizadas principalmente (Streckeisen, 1976). Nos diagramas químicos de classificação de rochas, houve certa discordância com o diagrama de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas, sendo normal para rochas inequigranulares porfiríticas. Quimicamente as rochas denotaram um caráter metaluminoso, uma assinatura cálcio – alcalina, e uma similaridade no padrão dos elementos terras raras, principalmente ao padrão de OIB. Preliminarmente pode-se dizer que existe certa cogenética litogeoquímica, sendo ainda necessários estudos geoquímicos complementares e determinações isotópicas para futuras comparações.

Palavras – chave: *Augen* Gnaiss; Petrologia, Geoquímica.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FOTOMICROGRAFIAS	ix
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Objetivos	02
1.2 Localização da Área	02
2 METODOLOGIA	03
2.1 Procedimentos de Campo	03
2.2 Amostragem	04
2.3 Procedimentos de Laboratório	05
2.3.1 Petrografia	05
2.3.2 Análise Química de Rochas	06
2.4 Nomenclatura Adotada	07
3 TRABALHOS ANTERIORES	08
4 GEOLOGIA REGIONAL	12
5 ESTUDO PETROGRÁFICO	14
5.1 Descrição Petrográfica das Unidades Geológicas Estudadas	15
5.2 Contagem Modal	40
5.3 Diagrama de Streckeisen (1976)	42

6 GEOQUÍMICA	43
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO A – Mapa Geológico	

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.3 – Diagrama modal (QAP) de Streckeisen (1976) para classificação de rochas plutônicas.	42
Figura 6.1 – Diagrama SiO_2 X $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (Pecock, 1931 adaptado por Brown, 1982).	44
Figura 6.2 – Diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971).	44
Figura 6.3 – Diagrama Cox et al. (1979) para rochas vulcânicas, adaptado por Wilson (1989) para rochas plutônicas.	45
Figura 6.4 – Diagrama ACNK - $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{N}_2\text{O}+\text{CaO}+\text{K}_2\text{O})$ (Mainar & Piccoli, 1989).	46
Figura 6.5 – Diagrama de Winchester & Floyd, (1977).	47
Figura 6.6 – Diagramas de Harker (1909).	48
Figura 6.7 – Diagramas de Harker (1909).	51
Figura 6.8 – Diagramas de Harker (1909).	52
Figura 6.9 – Padrões de Elementos Terras Raras (Sun & McDonough, 1989).	54
Figura 6.10 – Diagramas Multi – Elementares (Aranhogramas) (Sun & McDonough, 1989).	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.2.1 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Sub-Unidade Gnaiss Facoidal Com Porções Charnockíticas.	40
Tabela 5.2.2 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Sub-Unidade Gnaiss Facoidal Sem Porções Charnockíticas.	40
Tabela 5.2.3 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras do Litotipo Transicional	41
Tabela 5.2.4 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Unidade Gnaiss Morro da Penha.	42
Tabela 5.2.5 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Unidade Ilha da Conceição.	42
Tabela 6.1 – Análises químicas de elementos maiores, menores (% em peso) e traços (em ppm) e parâmetros geoquímicos para as amostras das unidades estudadas.	48
Tabela 6.2 – Análises químicas de elementos terras raras (em ppm) para as amostras as unidades estudadas.	48
Tabela 6.3 – Norma CIPW (Cox et al, 1979) para as amostras estudadas.	48

LISTA DE FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia 5.1 – Alteração de piroxênio para biotita (Estação 25).	17
Fotomicrografia 5.2 – Textura mortar entre pórfiros (Estação 25).	17
Fotomicrografia 5.3 – Detalhe de alteração de grão de plagioclásio. Aumento de 10x (Estação 25).	17
Fotomicrografia 5.4 – Aglomerado máfico e alteração de piroxênio para biotita (Estação 28).	17
Fotomicrografia 5.5 – Detalhe da foto anterior. Aumento de 10x (Estação 28).	17
Fotomicrografia 5.6 – Alteração de grãos de plagioclásio geminados (Estação 28).	17
Fotomicrografia 5.7 – Mimerquititas nos bordos de pórfiro de feldspato potássico (Estação 28).	18
Fotomicrografia 5.8 – Grãos de piroxênio em aglomerado máfico (Estação 95).	18
Fotomicrografia 5.9 – Mimerquitizações em megapórfiro de microclina (Estação 95).	18
Fotomicrografia 5.10 – Grãos de piroxênio em aglomerados máficos. Nicóis paralelos (Estação 95).	18
Fotomicrografia 5.11 – Detalhe da foto anterior. Aumento de 10x (Estação 95).	18
Fotomicrografia 5.12 – Alterações de grãos de microclina. (Estação 109).	18
Fotomicrografia 5.13 – Alterações de grãos de plagioclásio. Aumento de 10x (Estação 109).	19
Fotomicrografia 5.14 – Aglomerado máfico (Estação 109_A).	19
Fotomicrografia 5.15 – Aspecto geral da lâmina. Nicóis paralelos (Estação 110_A).	19
Fotomicrografia 5.16 – Aspecto geral da lâmina. Nicóis cruzados (Estação 110_A).	19
Fotomicrografia 5.17 – Textura mortar (Estação 110_B).	19
Fotomicrografia 5.18 – Aglomerado máfico (Estação 110_B).	19
Fotomicrografia 5.19 – Aspecto de matriz entre pórfiros (Estação 23).	22
Fotomicrografia 5.20 – Grão de granada xenoblástica (Estação 23).	22

Fotomicrografia 5.21 – Detalhe em matriz. Aumento de 10x (Estação 23).	22
Fotomicrografia 5.22 – Aspecto de matriz mostrando orientação mineral (Estação 45_A).	22
Fotomicrografia 5.23 – Detalhe de alteração de grão de biotita cloritizado. Aumento de 10x (Estação 45_A).	22
Fotomicrografia 5.24 – Megapórfiro de microclina com geminação tartan (Estação 100).	22
Fotomicrografia 5.25 – Pórfiro de microclina com bordas mimerquitizadas. Aumento de 10x (Estação 100).	23
Fotomicrografia 5.26 – Grãos de muscovita (Estação 108).	23
Fotomicrografia 5.27 – Produtos de alteração de grãos de plagioclásio (Estação 108).	23
Fotomicrografia 5.28 – Grãos de plagioclásio parcialmente geminados (Estação 108).	23
Fotomicrografia 5.29 – Muscovita presente em grãos de plagioclásio (Estação 108).	23
Fotomicrografia 5.30 – Porções mimerquitizadas. Aumento de 10x (Estação 13).	26
Fotomicrografia 5.31 – Porções cloritizadas (Estação 13).	26
Fotomicrografia 5.32 – Textura mortar (Estação 13_A).	26
Fotomicrografia 5.33 – Transformações de grãos de piroxênio em biotita. Aumento de 10x (Estação 13_A).	26
Fotomicrografia 5.34 – Cloritização de grãos de biotita (Estação 14).	26
Fotomicrografia 5.35 – Grãos de quartzo em padrão de fitas e plagioclásios alterados (Estação 14).	26
Fotomicrografia 5.36 – Fitas de quartzo parcialmente dobradas (Estação 44).	27
Fotomicrografia 5.37 – Pórfiro de micropertita com mimerquitizações nas bordas (Estação 44_A).	27
Fotomicrografia 5.38 – Textura mortar entre pórfiro de plagioclásio e fita de quartzo (Estação 44-A).	27

Fotomicrografia 5.39 – Forte alteração de grãos de biotita para clorita. Aumento de 10x (Estação 44_A).	27
Fotomicrografia 5.40 – Textura mortar envolvendo pórfiro de microclina/ micropertita (Estação 44_B).	27
Fotomicrografia 5.41 – Cloritização em aglomerados máficos (Estação 44_B).	27
Fotomicrografia 5.42 – Fitas de quartzo exibindo deformações (Estação 44_B).	28
Fotomicrografia 5.43 – Megapórfiro de ortoclásio exibindo geminações polissintéticas e carlsbad (Estação 44_B).	28
Fotomicrografia 5.44 – Detalhe de mimerquita. Aumento de 10x (Estação 44_B).	28
Fotomicrografia 5.45 – Textura mortar (Estação 44_C).	28
Fotomicrografia 5.46 – Aspecto da rocha se charnockitizando (Estação 44_C).	28
Fotomicrografia 5.47 – Pórfiro de feldspato potássico parcialmente quebrado (Estação 44_D).	28
Fotomicrografia 5.48 – Textura mortar (Estação 44_D).	29
Fotomicrografia 5.49 – Grãos de plagioclásio se alterando para muscovita (Estação 97).	29
Fotomicrografia 5.50 – Grãos de quartzo em padrões de fitas (Estação 97).	29
Fotomicrografia 5.51 – Diversos estágios de alteração de microclina pertítica (Estação 97).	29
Fotomicrografia 5.52 – Alteração de opacos para leucoxênio (Estação 102).	29
Fotomicrografia 5.53 – Muscovita associada a grãos de biotita cloritizados. Aumento de 10x (Estação 102).	29
Fotomicrografia 5.54 – Transição: mesopertita – pertita – microclina e plagioclásio (Estação 103).	30
Fotomicrografia 5.55 – Textura mortar (Estação 103).	30
Fotomicrografia 5.56 – Aspecto geral da matriz (Estação 103).	30
Fotomicrografia 5.57 – Aspecto geral de aglomerado máfico (Estação 103).	30

Fotomicrografia 5.58 – Zircões inclusos em grãos de biotita. Aumento de 10x (Estação 103).	30
Fotomicrografia 5.59 – Detalhe de grãos cloritizados. Aumento de 10x. (Estação 103).	30
Fotomicrografia 5.60 – Turmalinas dispersas em matriz quartzo – feldspática (Estação 10).	32
Fotomicrografia 5.61 – Detalhe de níveis de sillimanita. Aumento de 10x (Estação 10).	32
Fotomicrografia 5.62 – Transição de grãos de piroxênio para biotita (Estação 10_A).	32
Fotomicrografia 5.63 – Grãos de granada poiquiloblástica (Estação 10_A).	32
Fotomicrografia 5.64 – Aspecto das fitas de quartzo (Estação 11).	32
Fotomicrografia 5.65 – Detalhe de níveis de sillimanita orientados. Aumento de 10x (Estação 11).	32
Fotomicrografia 5.66 – Detalhe de aglomerado máfico (Estação 6).	35
Fotomicrografia 5.67 – Fitas de quartzo levemente orientadas (Estação 6).	35
Fotomicrografia 5.68 – Grãos de biotita em padrão de lamelas (Estação 6_A).	35
Fotomicrografia 5.69 – Detalhe de mimerquitas. Aumento de 10x (Estação 6_A).	35
Fotomicrografia 5.70 – Detalhe de granada xenoblástica (Estação 8).	35
Fotomicrografia 5.71 – Grãos de plagioclásio em processo de alteração (Estação 8).	35
Fotomicrografia 5.72 – Minerais acessórios inclusos em aglomerados máficos. Aumento de 10x (Estação 8).	36
Fotomicrografia 5.73 – Mimerquitas nos bordos de mesopertita (Estação 9).	36
Fotomicrografia 5.74 – Mimerquitas nos bordos de mesopertita (Estação 9).	36
Fotomicrografia 5.75 – Detalhe em aglomerado máfico (Estação 9).	36
Fotomicrografia 5.76 – Grande pórfiro de mesopertita bordado por mimerquitas (Estação 9).	36
Fotomicrografia 5.77 – Muscovita associada a aglomerados máficos. Aumento de 10x (Estação 9).	36
Fotomicrografia 5.78 – Aspecto geral com minerais moderadamente orientados (Estação 5).	38

Fotomicrografia 5.79 – Extinção ondulante em fitas de quartzo (Estação 5).	38
Fotomicrografia 5.80 – Detalhe em grão de granada xenoblástica (Estação 5).	38
Fotomicrografia 5.81 – Detalhe de fitas de quartzo com forte orientação mineral (Estação 5).	38
Fotomicrografia 5.82 – Aspecto geral da matriz quartzo - feldspática (Estação 5).	38
Fotomicrografia 5.83 – Detalhe de granada xenoblástica. Aumento de 10x (Estação 5).	38
Fotomicrografia 5.84 – Pórfiros de microclina com mimerquitizações (Estação 106).	39
Fotomicrografia 5.85 – Quartzo em fitas exibindo extinção ondulante (Estação 106).	39
Fotomicrografia 5.86 – Grãos de granada xenoblástica, nicóis paralelos (Estação 106).	39
Fotomicrografia 5.87 – Mesma foto com nicóis cruzados (Estação 106).	39
Fotomicrografia 5.88 – Detalhe de aglomerado máfico. Aumento de 10x (Estação 106).	39

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta resultados do estudo realizado pelo aluno Marcio Fernandes Leão, sob orientação dos professores Isabel P. Ludka e Julio Cezar Mendes, no Município de Niterói – RJ, cumprindo com exigências do curso de Graduação em Geologia da UFRJ, no período de 2000 - 1 a 2006 - 2. A área de estudo situa-se na região metropolitana de Niterói, englobando as Zonas Centro, Norte e Sul e está inserida sobre os terrenos de evolução policíclica, relacionados ao denominado Cinturão Móvel Costeiro ou Faixa Ribeira, onde estão expostas rochas granitóides e metamórficas de um embasamento profundo devido à denudação (Penha *et. al.*, 2004). A Faixa Ribeira estende-se ao longo da costa sudeste brasileira e representa uma importante unidade tectônica Neoproterozóica.

O trabalho teve como base os dados obtidos no relatório do Projeto Avaliação das Encostas de Niterói com Vista aos Fenômenos de Deslizamentos - Setor 1 (Zonas Centro, Norte e Sul), Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, realizados pelos Departamentos de Geologia e Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense, consistindo assim de um melhoramento no mapa geológico e um enfoque na petrografia e litogeoquímica dos corpos gnáissicos que integram a área em questão, com a preparação das amostras desde a coleta, britagem, confecção de lâminas petrográficas e acompanhamento nas análises geoquímicas.

Foram mapeadas cinco unidades geológicas; a Unidade Gnaiss Facoidal subdividida em porções charnockitizadas e não charnockitizadas, a Unidade Ingá, a Unidade Morro da Penha e a Unidade Ilha da Conceição. A nível petrográfico a Unidade Gnaiss Facoidal ainda sofreu mais

uma subdivisão, naquelas que são rochas transicionais, ou seja, que grada ora de rochas charnockíticas para rochas sem porções charnockíticas, ora o contrário.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo dar uma contribuição ao estudo dos *augen* gnaisses iniciados por Lamego desde 1937, e ao longo do tempo por demais nomes do corpo científico, com um maior entendimento no transicionamento que estes corpos sofrem e suas relações de contato com as litofácies existentes, bem como as relações de contato entre as mesmas e o domínio externo, a cartografia do corpo ígneo e a caracterização petrográfica e geoquímica dos principais litotipos estudados.

1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área em estudo engloba grande parte do município de Niterói - RJ, possuindo cerca de 64 Km², estando delimitada pelas coordenadas UTM 7460000 a 7480000 e, 690000 a 698000. O acesso à área é feito principalmente pela Ponte Rio - Niterói e a partir dali por demais ruas e avenidas ilustradas no próprio mapa geológico. O mapa de localização, assim como todos os acessos aos principais afloramentos estão detalhados no próprio mapa geológico.

2 METODOLOGIA

Primeiramente foi feito levantamento bibliográfico preliminar, visando um entendimento geral da área e obtenção dos dados coletados nas visitas de campo. Após, foram feitas diversas campanhas de campo para a obtenção dos dados base deste trabalho, reconhecimento geológico preliminar, coletas de amostras dos variados litotipos observados visando o estudo petrográfico e realizando o mapeamento geológico detalhado propriamente dito. Ainda na etapa de campo foram coletadas amostras em locais cuidadosamente selecionados para a realização de análises químicas.

Após a etapa de campo, iniciou-se a etapa de laboratório, onde foram escolhidas amostras para confecção de lâminas delgadas, que foram cuidadosamente estudadas ao microscópio. Foi realizada a contagem modal de 13 lâminas nos diversos litotipos presentes na área. Os estudos petrográficos permitiram a classificação das rochas e identificação de suas texturas. As amostras coletadas para análises químicas foram preparadas e enviadas aos laboratórios analíticos.

2.1 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

Foi realizado um total de 23 dias de trabalho de campo, em períodos variados no ano de 2005, em visita à área mapeada. Foram percorridas ruas, estradas, trilhas e vielas com observações geológicas preliminares em afloramentos rochosos, cortes, pedreiras e costões litorâneos. Os principais fatores limitantes enfrentados pela equipe do projeto, a qual acompanhei às observações, foram o adensamento das construções características de uma metrópole e a ocupação caótica das encostas (favelas), que não apenas mascaram as características do substrato rochoso, mas também dificultam o acesso as mesmas.

Para a sua execução, foram assinalados e descritos numa série de estações geológicas (afloramentos/ exposições de rocha), 111 no total, dispersos por toda a área de interesse com coleta de amostras para estudos petrográficos e geoquímicos dos pontos de maior interesse. Estes pontos foram georeferenciados por meio de coordenadas UTM, Datum SAD 69 zona 32S, fornecida por equipamento GPS Garmim, modelo GPS 12. Os mesmos são classificados e discriminados no mapa geológico, conforme sua importância neste trabalho.

A base cartográfica utilizada foi a carta topográfica 1: 10.000 da FUNDREN e o mapa geológico do projeto em escala 1:20.000 e posteriormente confeccionado um mapa mais detalhado em escala 1:15.000.

Foram coletadas trinta e sete amostras para estudo petrográfico de afloramentos representativos. A coleta de amostras para análise química foi realizada em treze estações que satisfizeram as condições necessárias para tal procedimento.

2.2 AMOSTRAGEM

Durante as etapas de campo foram selecionadas trinta e sete amostras para a confecção de lâminas delgadas. As amostras foram selecionadas observando-se alguns cuidados como a representatividade e a qualidade das mesmas. Algumas amostras foram coletadas em afloramentos próximos as estações geológicas, sendo adotado nestes casos as variantes A, B, C e D mais o ponto referido, por exemplo, 44, 44_A, 44_B...Afim de melhor amarração e comparação entre os dados obtidos.

As amostras enviadas para a obtenção dos dados geoquímicos foram selecionadas após um estudo prévio ao microscópio. Em campo, foram escolhidas, quando possível, amostras frescas, que não tenham sofrido ações do intemperismo, evitando uma eventual mudança na composição química destas rochas devido a processos secundários. Tratando-se a rocha em questão de uma rocha porfírica com megacristais de até 10 centímetros, observou-se especial cuidado na coleta de volume considerável de amostras para a análise química de maneira que atingisse a necessária representatividade do litotipo coletado.

2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

2.3.1 PETROGRAFIA

As 37 amostras selecionadas para confecção de lâminas delgadas e estudo petrográfico foram encaminhadas para o Laboratório de Laminação da UFRJ. As lâminas delgadas foram estudadas ao microscópio petrográfico Axioplan Zeiss do Laboratório de Fluorescência de Raios-X do Depto. de Geologia da UFRJ. Através deste estudo foi possível classificar as rochas, estudar suas variações texturais e efeitos da deformação, assim como também auxiliar na seleção das amostras para análises químicas.

Entre as lâminas estudadas, 13 foram escolhidas para serem submetidas à contagem modal de 1000 pontos em contador automático, com o objetivo de se obter as classificações petrográficas modais para as rochas estudadas, segundo Streckeisen (1976).

2.3.2 ANÁLISE QUÍMICA DE ROCHA

Foram coletadas, cerca de 20Kg de amostras em cada um das treze diferentes estações selecionados, sendo elas: *fn-5*, *fn-6*, *fn-9*, *fn-14*, *fn-23*, *fn-25*, *fn-44*, *fn-44d*, *fn-95*, *fn-100*, *fn-103*, *fn-106* e *fn-109*. Todas mantiveram o número da estação correspondente em seus nomes. Sete amostras foram submetidas a análises de elementos terras raras, sendo elas: *fn-6*, *fn-44*, *fn-44_D*, *fn-95*, *fn-100*, *fn-106* e *fn-109*.

Em laboratório, as amostras foram cuidadosamente lavadas e secas, foi retirada a capa de alteração através da laminação da mesma, e em seguida foi iniciado o processo de britagem. Após a britagem, as amostras passaram pelo processo de quartejamento, até se obter uma quantidade de aproximadamente 100 gramas de material, que desta maneira tende a ser o mais representativo da rocha preparada.

Após o quartejamento, as britas foram limpas com jato de ar comprimido e levadas ao processo de moagem, utilizando o moinho do Laboratório de Laminação da UFRJ. Nesta etapa o equipamento deve ser cuidadosamente limpo, evitando contaminação do material.

As análises de elementos maiores e traços foram realizados no Laboratório de Fluorescência de Raios -X do Depto. de Geologia da UFRJ. As análises de terras raras foram dosadas no laboratório Acme Analítica do Canadá.

Para o tratamento dos dados obtidos foi utilizado o programa MINPET (1995), onde foram calculados diversos índices e construídos os gráficos petrológicos.

Foi utilizada como comparativo, uma amostra de gnaiss facoidal, retirado do município de Niterói, num corte de estrada na Rodovia Amaral Peixoto, próximo a Pedreira Ibrita no bairro

Inoã, a fim de se ter um padrão comparativo com os resultados analíticos obtidos. Esta amostra está nomeada como *fn-P1*.

2.4 NOMENCLATURA ADOTADA

Por se tratar de litotipos com textura ígnea parcialmente preservada, apesar de mostrarem localmente um maior ou menor grau de deformação, a nomenclatura das rochas aqui adotada é aquela sugerida por Streckeisen (1976).

Para a classificação microscópica das texturas ígneas foi seguida a nomenclatura adotada por Mackenzie *et al.*, (1982). Os limites adotados no presente trabalho para a granulometria foram os seguintes:

Granulação muito fina: 1mm

Granulação fina: 1 a 4mm

Granulação média: 4 a 10mm

Granulação grossa: > 10mm

Rochas porfíricas: fenocristais > 20 mm

3 TRABALHOS ANTERIORES

Este trabalho teve como enfoque o estudo petrográfico e geoquímico, não dando prioridade às descrições megascópicas dos diversos afloramentos representados pelas estações geológicas, porém, para um maior entendimento do comportamento destas unidades, resumo aqui a descrição geológica dos mesmos, contida no Capítulo 3 do Projeto Avaliação das Encostas de Niterói com Vista aos Fenômenos de Deslizamentos - Setor 1 (Zonas Centro, Norte e Sul), (Penha *et al.*, 2004). Fotos de afloramentos das estações geológicas, mostrando as características das unidades mapeadas foram previamente selecionadas e encontram-se no Mapa Geológico anexo ao presente trabalho.

Sub - Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas

Ocorre às margens do Atlântico e da Baía de Guanabara, é marcada pela presença de cordões de serrotes com a formação de pontões ou “pães de açúcar” (p.ex. Morro do Pico, Morro do Macaco e Morro do Morcego em Jurujuba). A litologia desta sub - unidade, quando intemperizada, dá origem a solo residual pouco espesso, de granulometria argiloarenosa ao longo e no sopé das vertentes, como também depósitos de tálus e campos ou “nichos” de gigantescos matacões.

Apresenta afloramentos frescos e paredões rochosos ao sul da área mapeada, em particular no Morro do Pico e imediações, em toda a área reservada do exército, da Ponta de Santa Cruz ao Morro do Ourives, em costões pelo litoral de Jurujuba, Charitas e Enseada de São Francisco, sendo também observada a sua ocorrência no Morro do Preventório. A rocha megascopicamente quando fresca, é caracterizada por uma coloração verde escura com cristais de feldspato potássico

e plagioclásio, com granulometria muito grossa, exibindo uma coloração amarronzada e/ou esverdeadas, hipidiomórficos a ovalados, às vezes típicos facóides (*augen*), de até 5cm, dispersos e orientados em uma matriz escura, biotítica, de grão grosso, onde se constata a presença de piroxênio, além da presença aleatória de pequenos cristais de granada. A unidade é cortada por diques de diabásio, granito cinza rosa e pegmatitos de diferentes portes. Quando intemperizada apresenta-se nos afloramentos com uma capa de alteração de coloração esbranquiçada a caramelada, escondendo a cor escura da rocha fresca.

Sub - Unidade Gnaiss Facoidal Sem Zonas Charnockíticas

Ao norte-nordeste da área estudada, nos bairros Engenhoca, Riodades e Caramujo-Largo da Batalha, as rochas apresentam-se bastante intemperizadas, com solos residuais argilo - arenosos muito espessos, que propiciam a formação de saibreiras.

Suas melhores exposições ocorrem em afloramentos rochosos em sopé dos morros e em cortes no centro da cidade e também em antigas pedreiras, e outra mais ao norte, também desativada, no Barreto. A rocha fresca apresenta uma cor laranja-acinzentada, com cristais centimétricos a decamétricos rosados/ alaranjados a esbranquiçados de feldspato potássico, quase sempre amendoados ou oftálmicos (típicos facóides), raramente hipidiomórficos, dispersos e orientados em uma escassa matriz escura, biotítica, normalmente de grão médio, onde se constata a presença de fitas de quartzo, além da presença aleatória de aglomerados de granada em cristais de diversos tamanhos. Apresenta-se orientado em diversos graus por deformação milonítica, e cortado por faixas e zonas de cisalhamento de diversos portes. São comuns inclusões de tamanhos e formas variadas, geralmente lenticulares, de rochas dioríticas, gnáissicas e

leptiniticas, orientadas segundo a foliação. Presença freqüente de remobilizações quartzo - feldspáticas, diques de pegmatito, diques de granito cinza-rosa e veios e bolsões de quartzo. Transiciona para a Sub - Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas e para a Unidade Morro da Penha.

Unidade Ingá

Esta unidade é encontrada em cortes na Avenida litorânea que une os bairros de Gragoatá e Icarai, no Morro da Boa viagem bem como em proximidades do Fonseca.

Megascopicamente é uma rocha gnáissica, com níveis centimétrico a decamétricos intercalados de leucognaiss biotítico, níveis feldspáticos e quartzosos de aspecto quartzítico, apresentando estruturas secundárias como dobras. Em algumas faixas observam-se nódulos às vezes centimétricos de granada e quartzos associados, sendo raros os afloramentos de rocha sã dessa litologia. Seus contatos com o gnaiss facoidal envolvente são bruscos, onde se observa a presença de dobras e falhas, com brechias acompanhadas de silicificações.

Unidade Morro da Penha

Seu representante morfológico é o Morro da Penha. Litologicamente trata-se de um biotita granodiorito a granito gnáissico com cristais centimétricos de feldspato potássico eudrais a oftálmicos (*augen*) em bastante matriz biotítica de grão médio a grosso, orientado por deformação milonítica e ou fluxo magmático. Ocorrem inúmeros enclaves de natureza e forma variadas, principalmente enclaves lenticulares dioríticos e bolsões de quartzo decamétricos.

Localmente observa-se granada, em aglomerados e dispersa na matriz. É cortado por diques de granito cinza-rosa e pegmatitos. Apresenta delgadas zonas de cisalhamento e porções charnockitizadas. Faz contatos transicionais com a Unidade Gnaiss Facoidal e com a Unidade Ilha da Conceição.

Unidade Ilha da Conceição

Representada pelo Morro da Ilha da Conceição. Megascopicamente é um granada-biotita-(microclina)-quartzo-plagioclásio-gnaiss de grão médio a fino, de coloração cinza a cinza escuro, de aspecto homogêneo com alguns pórfiros de feldspatos amendoados (até 2cm), com forte orientação milonítica e foliação gnáissica bem marcada. Cortam as rochas inúmeras venulações e remobilizações quartzo-feldspáticas, onde se concentram granadas (até 1cm) de diâmetro, além de alguns veios de pegmatito. São observados alguns diques centimétricos de granito cinza-rosa, também deformados junto à rocha encaixante. Possui contato transicional com a Unidade Morro da Penha.

4 GEOLOGIA REGIONAL

A área ocupada pelo Município de Niterói está geologicamente situada sobre terrenos de evolução policíclica, relacionados ao denominado Cinturão Móvel Costeiro ou Faixa Ribeira onde estão expostas rochas granitóides e metamórficas de um embasamento profundo devido a denudação. Esta faixa foi formada durante o fim do Pré-Cambriano e início do Paleozóico, entre os Crátons do Congo e São Francisco. Granitóides pré a sintectônicos, deformados e gnaissificados, além de diques de diabásio e xenólitos, cortam ou intrudem o embasamento mais antigo, onde são comuns seqüências orto e paragnáissicas (Penha *et. al.*, 2004).

Lamego (1937 e 1945) foi um dos primeiros pesquisadores a publicar trabalhos sobre a geologia desta região, abordando a conformação litológica estrutural da área e sintetizadas em Lamego (1964). Na sua publicação de 1945, este apresentou diversas seções geológicas e descrições petrográficas das litologias observadas, além de modelos sobre a tectônica da Baía de Guanabara, que são aceitos até hoje.

Kishida (1969) em seus trabalhos assinala e descreve o Plúton Niterói, tido como principal elemento do geológico do município, sendo esta denominação adotada no presente trabalho.

Hippert (1990) apresenta sua contribuição, abordando principalmente os processos deformacionais e feições indicativas de sua deformação dúctil, a partir de rochas graníticas não deformadas sob condições metamórficas de médio a alto grau, com a presença de fenômenos metassomáticos com aporte de potássio, responsável pelo desenvolvimento de megacristais de feldspato ou porfiroblastos (*augen*). Definiu a Zona de Cisalhamento Dúctil de Niterói e mapeia a região em escala de semidetalhe (1: 50 000).

Machado (1997) descreve a litogeoquímica tectônica dos granitóides Neoproterozóicos do estado, assinalando o maciço de Niterói.

Penha *et al.* (2001) definiu e mapeou em escala de detalhe (1:20 000) o granito Itacoatiara, ocorrente em partes dos municípios de Marica e Niterói.

Como trabalho de mapeamento geológico sistemático, existe aquele executado através do projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro (DRM), do Governo do Estado.

Em Ferrari *et al.* (1982), são apresentadas e descritas as seguintes unidades litológicas:

Unidade Angelim – Presente no ocidente de Niterói, no lado norte da ilha da Conceição e proximidades, representado por granada-biotita-(microclina)-quartzo-plagioclásio gnaisses homogêneos. De textura porfiroblástica e foliação incipiente a mediana, com contato transicional com o gnaiss facoidal no sul da ilha.

Unidade Catalunha – Ocorre em Gragoatá, São domingos e Morro da Boa Vista, exposta em afloramentos bastante intemperizados, em contatos abruptos com o gnaiss facoidal envolvente, por falhamentos muito conturbados e seguidos de brechação calcedônica.

Unidade Gnaiss Facoidal – Predominante no município de Niterói, formando quase todos os maciços rochosos junto ao mar. Para o interior estão mais alterados, mas fácil identificação. Rocha homogênea constituída de grãos grosseiros de coloração cinza clara a rosada, tipicamente porfiroblástica, com megafeldspatos potássicos geralmente microclina, variando entre 3 a 5cm podendo chegar a 15cm. A matriz é composta essencialmente por plagioclásio, quartzo, biotita e por vezes granada. O contato com a unidade Catalunha é brusco e bem definido e com a unidade Angelim sugere certa graduação.

5 ESTUDO PETROGRÁFICO

As amostras coletadas para análises petrográficas receberam o mesmo nome do ponto coletado para um melhor entendimento. Alguns pontos possuem variantes, questão anteriormente explicada no item Procedimentos de Campo, sub-item Amostragem. A amostra 96 por ter apresentado semelhantes características, inclusive visuais, com a lâmina 95, não teve suas fotos aqui publicadas. O Litotipo Transicional aqui referido foi descrito em afloramentos vistos por toda área mapeada, porém não teve representatividade em escala para o mapeamento em planta. Esta unidade em campo apresenta-se ora com maiores proporções de zonas charnockitizadas em relação a porções sem charnockitização, ora o contrário. Tendo em vista tais limitações, seu comportamento será mais bem entendido através das descrições petrográficas das lâminas delgadas das porções transicionais, mais a frente detalhadas. Em termos comparativos a lâmina 44_D foi considerada uma rocha charnockítica, porém é apresentada junto as suas variantes (A, B e C e 44), junto às rochas que apresentam comportamento transicional, apenas para nível comparativo. Para classificar as rochas no Diagrama de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas quanto a sua moda, e assim fazer um comparativo quanto a sua classificação litogeoquímica nos diversos gráficos apresentados no capítulo Geoquímica, foram feitas contagens a 1000 pontos nas lâminas selecionadas para tal estudo.

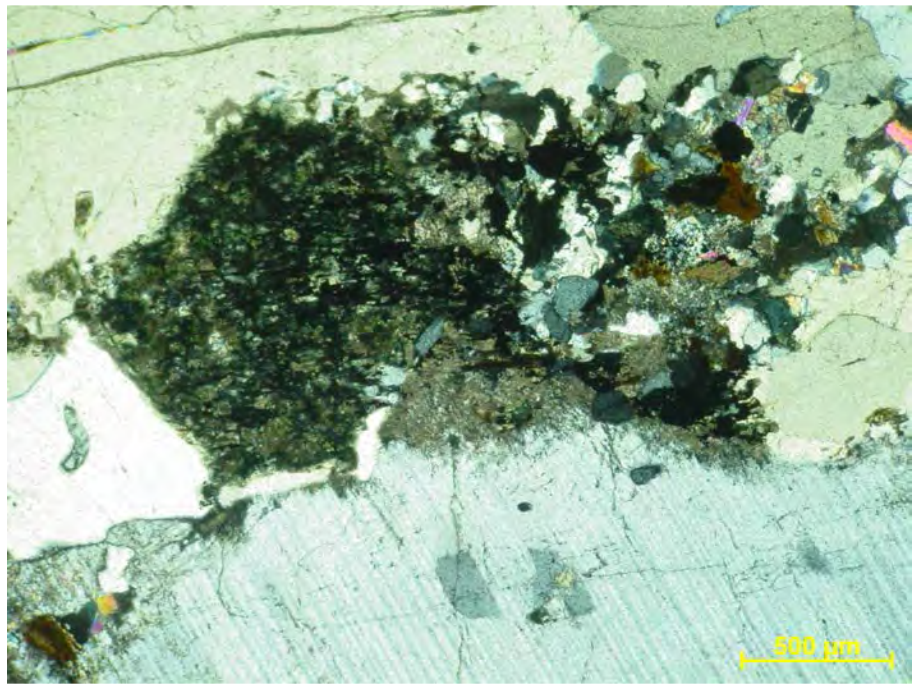
5.1 DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS ESTUDADAS

Sub - Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas

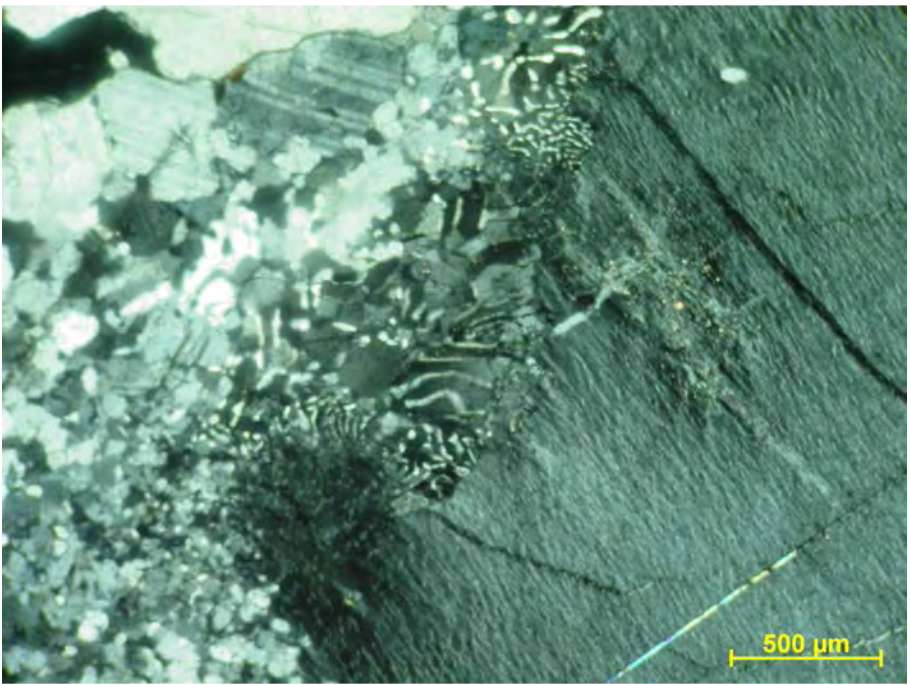
Com base na descrição de 10 lâminas foi classificada como uma rocha inequigranular porfirítica, com padrão seriado e textura mortor (lâmina 110_B) característica presente entre os fenocristais da lâmina e exibindo moderada orientação. A característica desta textura é comprovada por conta da redução da granulometria da matriz em regiões adjacentes aos megacristais, já que rochas porfiroblásticas e porfiríticas, no processo de deformação, tendem a apresentar tal peculiaridade nas proximidades dos cristais, principalmente dos feldspatos potássicos. Segundo Hippertt (1987) há uma outra explicação para os *augen* - gnaisses já que megacristais de tamanho comparável não determinam na matriz adjacente nenhuma redução de granulometria, sendo os mesmos anteriores ou contemporâneos ao principal evento de deformação/ recristalização. Os fenocristais são representados por grãos hipidiomórficos predominando os idiomórficos de mesoperita chegando a 5cm, e plagioclásio geminado preferencialmente chegando a 2cm. Nos bordos dos fenocristais de feldspato potássico, principalmente em contato com grãos de plagioclásio desenvolvem mirmequitas. Uma explicação seria o desenvolvimento ser posterior ao contorno do K-feldspato, onde em algumas vezes pode acontecer uma retomada pós-mirmequita no desenvolvimento do porfiroblasto de K-feldspato (Hippertt, 1987). Os grãos de quartzo aparecem sob o padrão de fitas de até 1cm, dando indícios de sua remobilização da matriz. A mineralogia essencial da rocha é formada pelos grãos porfiríticos e os de quartzo. A mineralogia acessória é composta por zircões, apatitas e opacos, estando estes três concentrados nos aglomerados máficos ou inclusos preferencialmente nas lamelas de biotita. Eventualmente granada poiquiloblástica aparece associada a mineralogia

acessória (lâmina 109_A). A matriz é composta por grãos de mesoperita e plagioclásio de até 0,5mm, tendo como mineral máfico principal o piroxênio em variedade clinopiroxênio e eventualmente ortopiroxênio (lâmina 95). Biotita ocorre secundariamente sob a forma de lamelas de até 1mm apresentando moderada orientação mineral (lâmina 110_A). A mineralogia secundária é representada pelos produtos retrometamorfismo dos grãos de plagioclásio, originando abundante calcita, muscovita e sericita (lâminas 25 e 28). Biotitas cloritizadas são notadas nos aglomerados máficos (lâmina 110_B). Diversos estágios das alterações de microclina são notados na amostra 109. Em algumas lâminas foi evidenciada a transformação de grãos de piroxênio para biotita (lâminas 28 e 95) e para anfibólio (lâmina 95), denotando um estágio mineralógico transicional. É válido ressaltar que a amostra coletada na estação 25 apresenta um leve estágio transicional para a unidade intermediária entre as rochas facoidais típicas e charnockíticas, porém a considereei como sendo uma rocha charnockítica tendo em vista sua descrição petrográfica. Com base na moda, as rochas foram classificadas como quartzo monzonito tendo em vista sua baixa moda em quartzo, segundo o diagrama QAP de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

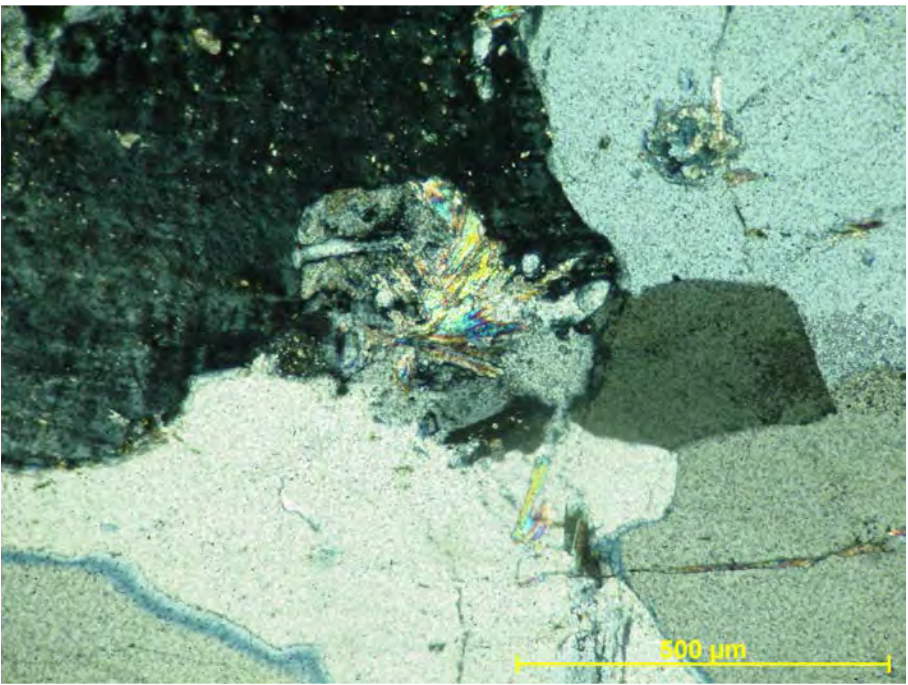
Sub – Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas



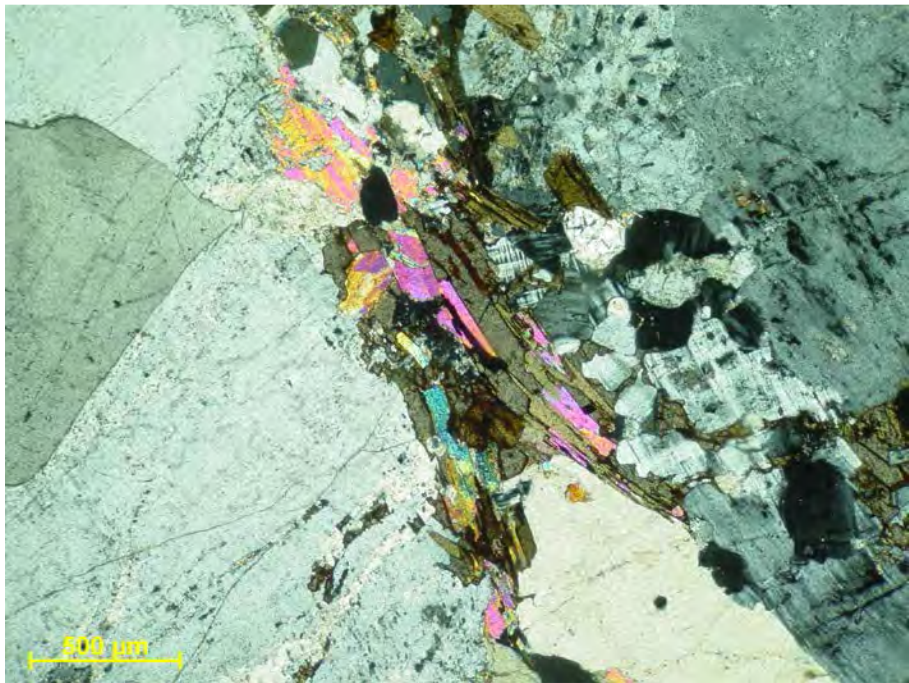
Fotomicrografia 5.1 – Megapórfiro de plagioclásio geminado em contato com aglomerado máfico, mostrando resquícios de piroxênio, evidenciando sua transformação para biotita. (Estação 25)



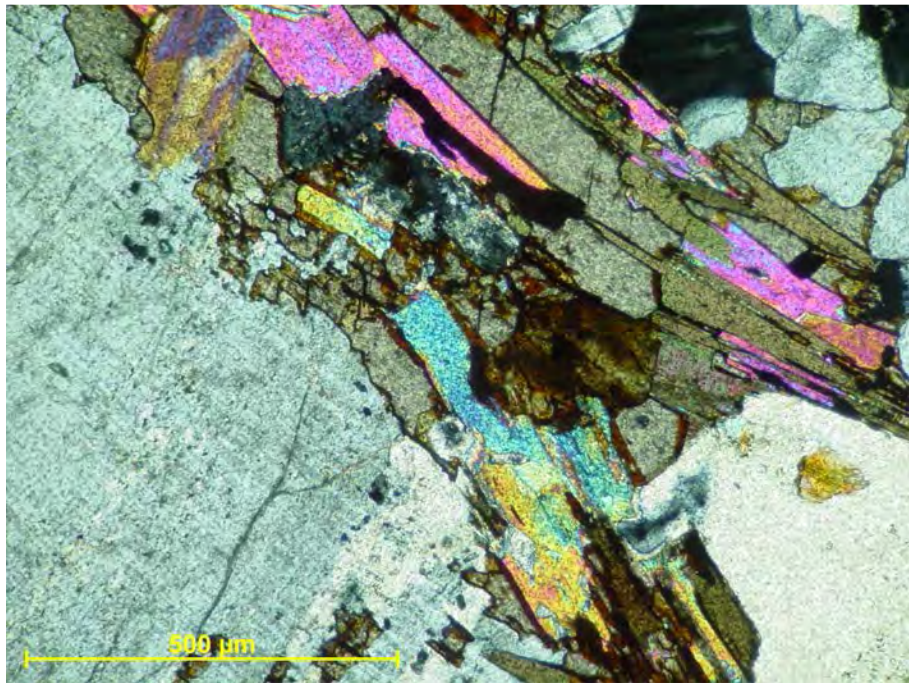
Fotomicrografia 5.2 – Megapórfiro de mesopertita com bordos de mirmequita. A textura mortor é muito presente e característica entre estes pórfiros, denotando deformação. Carbonato é notado nas fraturas dos pórfiros. (Estação 25)



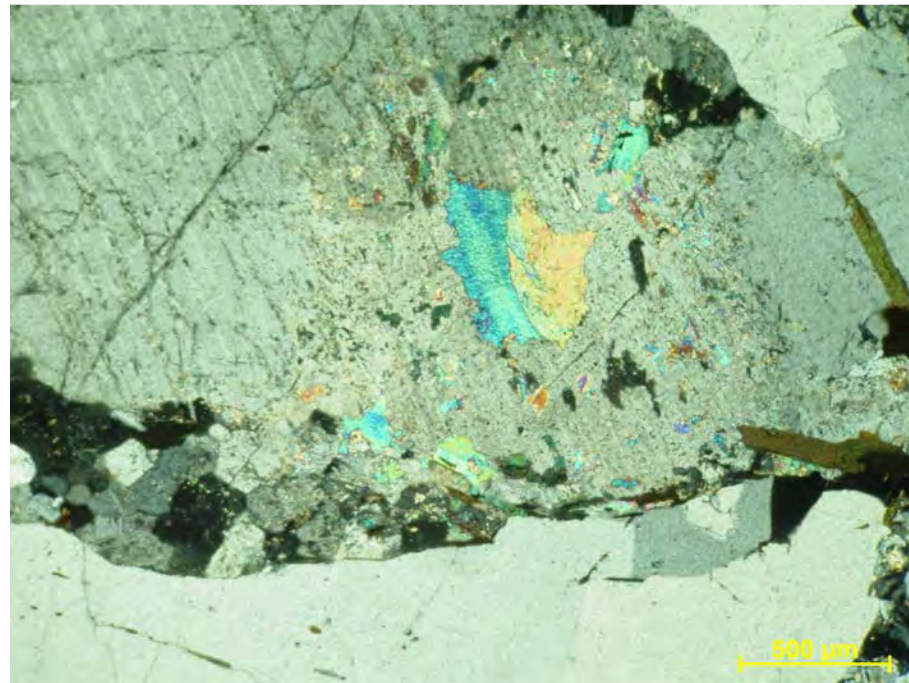
Fotomicrografia 5.3 – Detalhe de alteração de grãos de plagioclásio para sericita / muscovita. Em afloramentos estas amostras apresentam leve transição entre as duas sub unidades do gnaiss facoidal. Aumento de 10x. (Estação 25)



Fotomicrografia 5.4 – Aglomerado máfico composto principalmente por grãos de piroxênio, biotita em menor quantidade, e acessórios. Presença de leve cloritização das biotitas e muscovita como produto de alteração dos grãos de plagioclásios. (Estação 28)

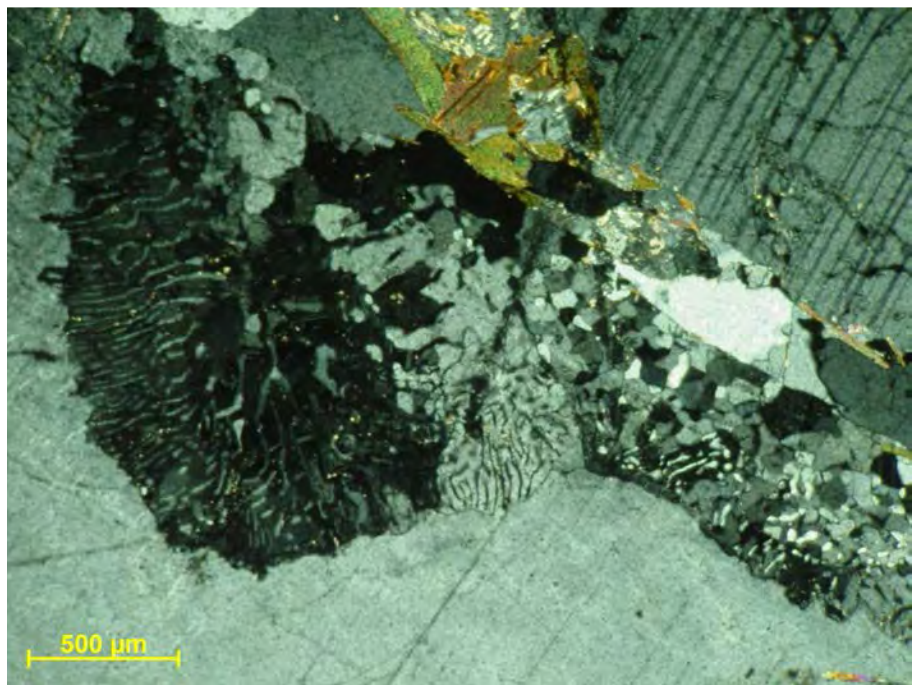


Fotomicrografia 5.5 – Detalhe do aglomerado máfico, mostrando a transformação dos grãos de piroxênio para biotita. Aumento de 10x. (Estação 28)

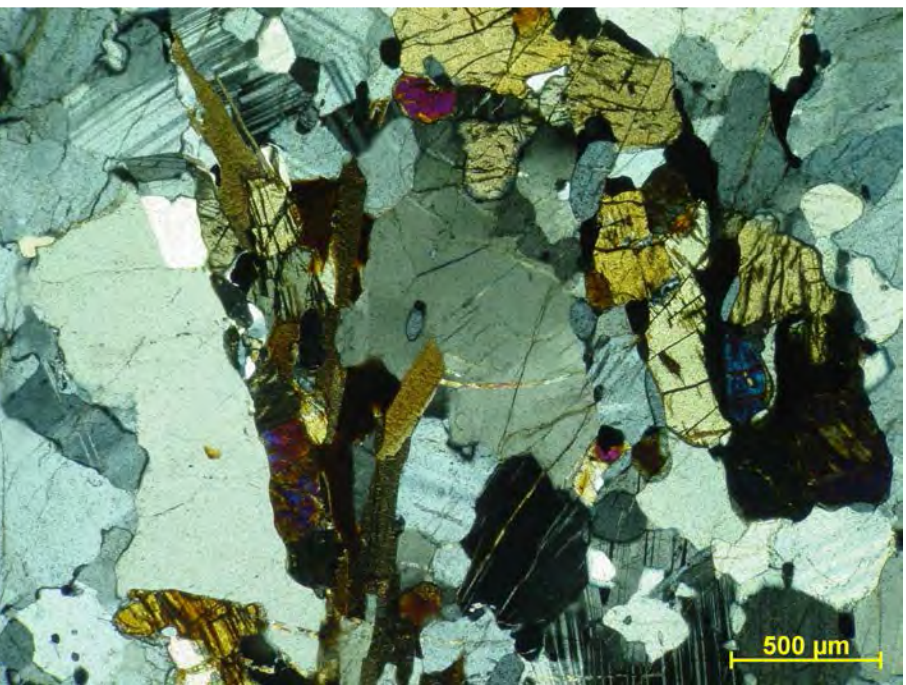


Fotomicrografia 5.6 – Detalhe da alteração dos grãos de plagioclásio geminados formando muscovita secundária e calcita. (Estação 28)

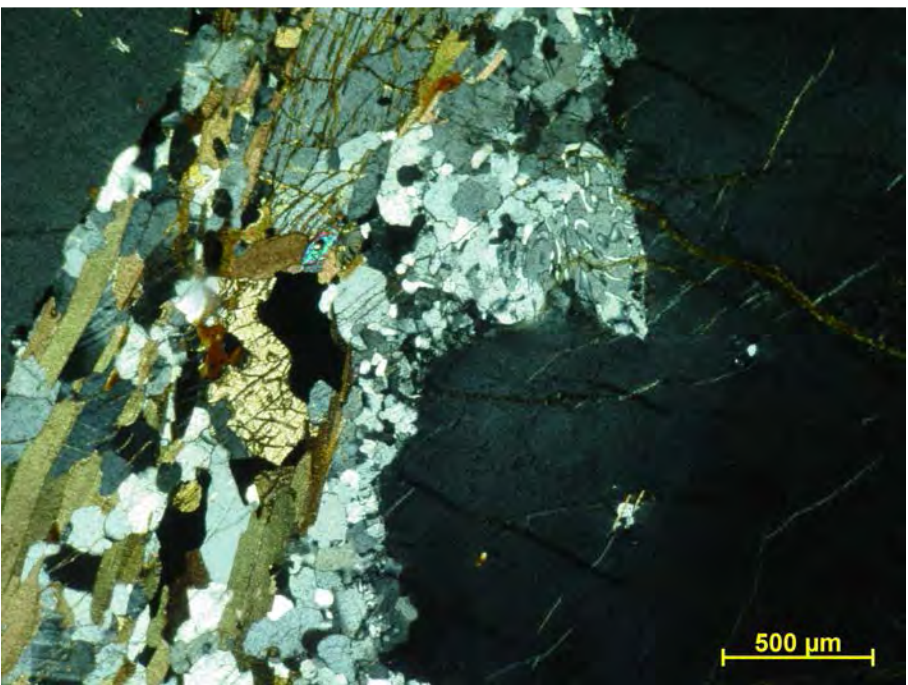
Sub – Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas



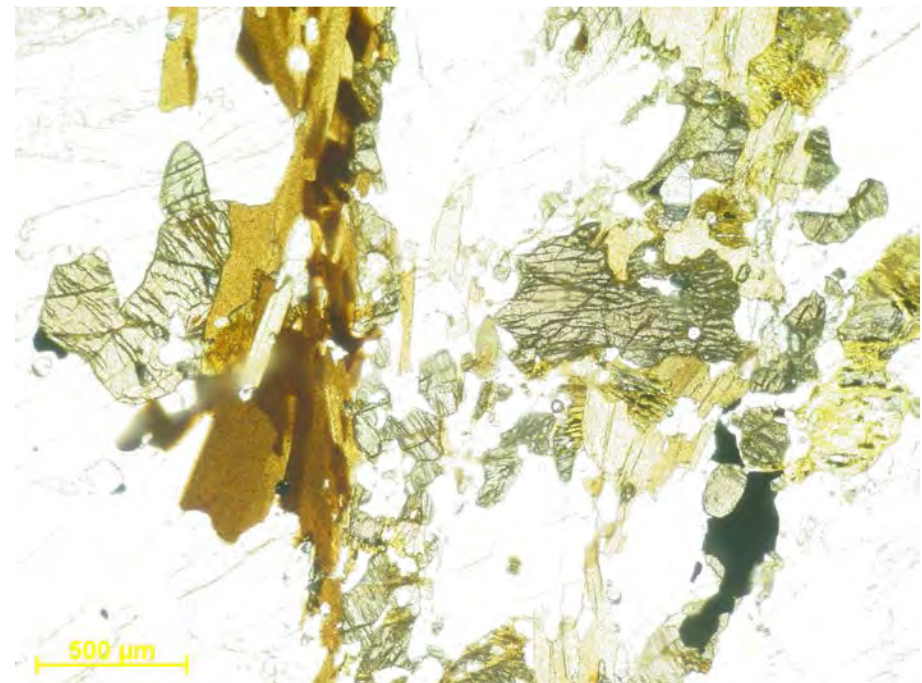
Fotomicrografia 5.7 – Detalhe de mirmequitas nos bordos de pórfiro de feldspato potássico. No canto superior direito pórfiro geminado de plagioclásio e entre ambos a característica textura mortar. (Estação 28)



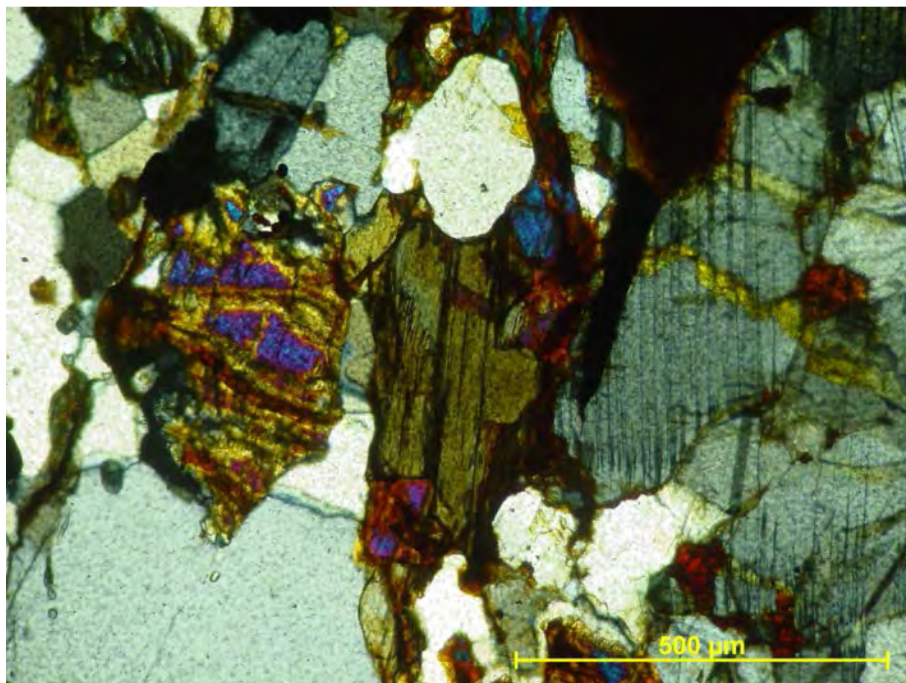
Fotomicrografia 5.8 – Aglomerados máficos dispersos na matriz composta por microclina pertítica e plagioclásio, tendo como principal máfico o piroxênio, seguido da biotita em lamelas que exibem leve orientação mineral. Zircões, apatitas e opacos aparecem inclusos nestes minerais. (Estação 95)



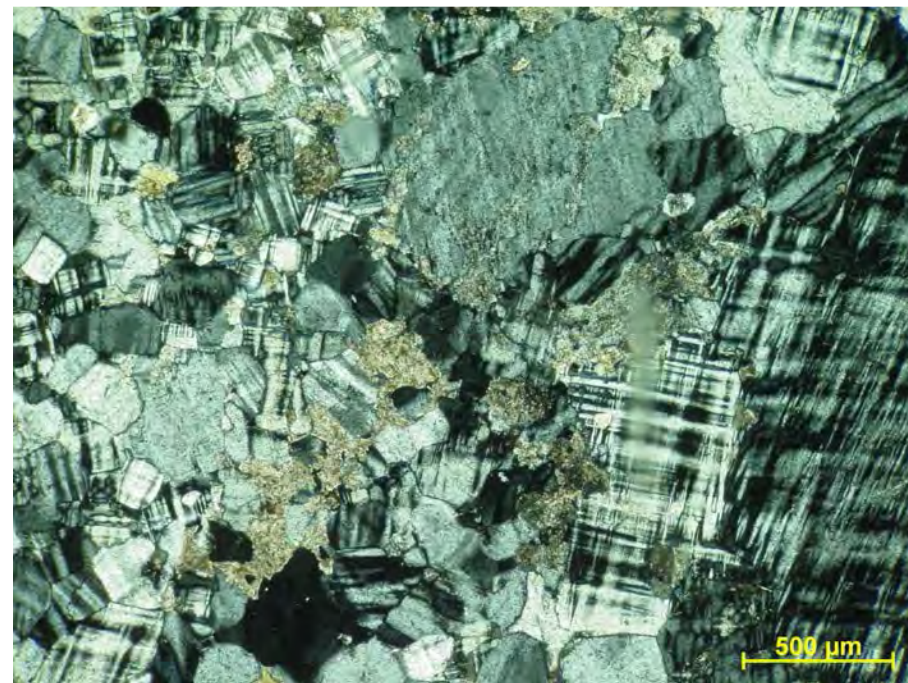
Fotomicrografia 5.9 – Megapórfiro de microclina com bordos mirmequitizados e presença de textura mortar. As lamelas de biotita exibem forte orientação mineral, como alguns grãos de piroxênio. (Estação 95)



Fotomicrografia 5.10 – Note a presença de grãos de piroxênio evidenciados por sua forte clivagem, alguns parcialmente alterados e as lamelas de biotita. Ocorrem associados principalmente nos aglomerados máficos. Nicóis paralelos. (Estação 95)



Fotomicrografia 5.11 – Detalhe de um aglomerado máfico presente na lâmina evidenciando a alteração de piroxênio para anfibólio. Aumento de 10x (Estação 95)



Fotomicrografia 5.12 – Matriz formada por microclina micropertítica e plagioclásio. Note as diversas transformações sofridas pelos grãos de microclina. Calcita aparece secundariamente na lâmina, produto da alteração dos grãos de plagioclásio. (Estação 109)

Sub - Unidade Gnaiss Facoidal Sem Zonas Charnockíticas

Com base na descrição de quatro lâminas foi classificada como uma rocha inequigranular porfirítica de padrão seriado, onde a textura mortar é muito característica preferencialmente entre os pórfiros e exibindo moderada orientação. Os fenocristais presentes são microclina pertítica e não a mesopertita, como na unidade anterior, além de plagioclásio geminado ou não, com tamanhos que variam entre 5mm a 1cm e grãos de quartzo remobilizados em padrões de fitas, com tamanhos de até 1cm. A microclina pertítica é o pórfiro predominante, exibindo geminação tartan característica e chegando a tamanhos de 5cm em lâmina. Em seus bordos é notória a presença de mirmequitas. A matriz é predominantemente composta por microclina e plagioclásio preferencialmente geminado, exibindo tamanhos em padrão inequigranular, com exceção da lâmina 45_A que exibe uma matriz levemente equigranular; além de grãos de biotita em lamelas idiomórficas com preferencial orientação, sendo este o principal máfico da matriz nas lâminas, exibindo tamanhos de até 1,5 mm, como na lâmina 108, por exemplo. A mineralogia acessória é composta por zircões, apatitas e opacos, ocorrendo inclusos nos grãos de biotita, concentrados nos aglomerados máficos ou dispersos por toda a lâmina. Grãos de granada xenoblástica ora aparecem como pórfiros atingindo 2mm, ora nos aglomerados máficos (lâmina 23). Como minerais secundários temos os produtos de retrometamorfismo de plagioclásio, originando sericita, calcita dispersa e muscovita, sendo esta última predominante tanto na matriz (lâmina 23) ou nos pórfiros (lâmina 108). Clorita é presente como produto de alteração dos grãos de biotita (lâmina 23). Restos de piroxênio também são observados pelas lâminas estudadas. Na lâmina 108 foram observadas mesopertitas, produto este provável da transformação de microclina, porém a rocha foi considerada como um facoidal típico por não apresentar

características petrográficas para assim ser classificada como uma rocha charnockítica. Notamos ao comparar petrograficamente em lâmina estas duas sub - unidades um maior número de grãos de biotita cloritizados (Sub - Unidade Com Zonas Charnockíticas) em comparação a grãos frescos (Sub - Unidade Sem Zonas Charnockíticas), a presença de grãos de piroxênio em alto grau de alteração ou ausentes na lâmina e a desestabilização da mesopertita se tornando microclina. Com base na moda, as rochas foram classificadas como granitos, segundo o diagrama QAP de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

Litotipo Transicional

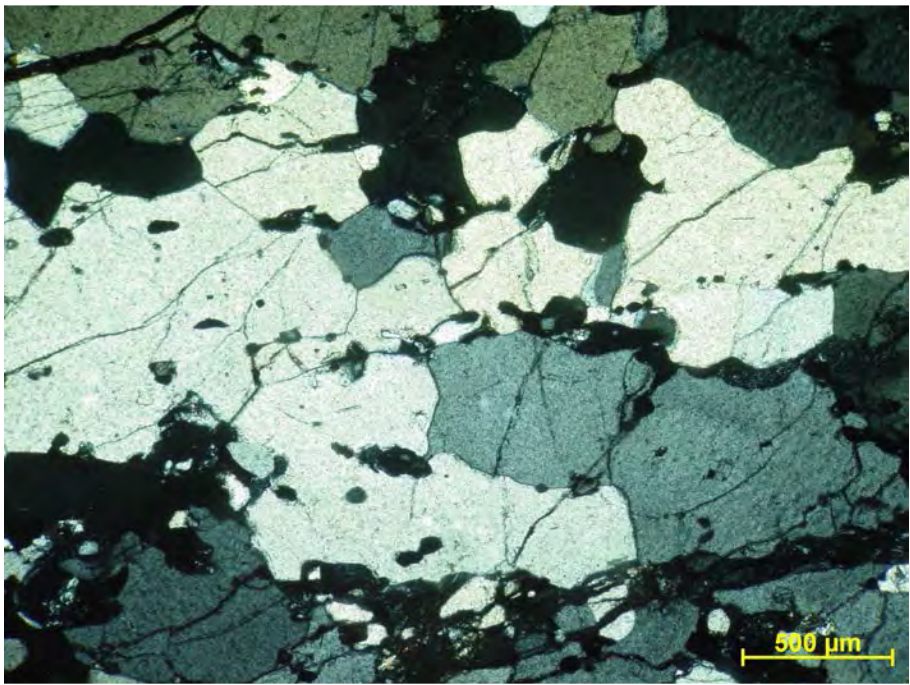
Com base na descrição de dez lâminas foi classificada como rocha inequigranular porfirítica com padrão seriado e textura mortar característica exibindo moderada orientação (lâmina 13_A e 44_C). Os fenocristais são em sua maioria hipidiomórficos com tamanhos de até 6cm (lâmina 44_B), representados por microclina/ microclina pertítica (lâmina 103), sendo estes maiores em lâmina, além de grãos de plagioclásio geminados de até 3cm (lâmina 44_B). Os grãos de quartzo estão remobilizados da matriz e formam fitas com moderada a alta orientação, às vezes parcialmente dobradas, de tamanhos que chegam a 2cm, exibindo extinção ondulante característica. A textura mortar é presente entre os fenocristais e até mesmo ocorrendo de forma intercalada às fitas de quartzo (lâminas 13_A, 44_B, 44_C e 44_D), porém com redução da granulometria próximo aos pórfiros de feldspato potássico. A matriz é composta por grãos de microclina pertítica com exuberante geminação tartan característica e plagioclásio, tendo estes grãos granulometrias que variam de 0,1 a 0,5mm em média. A biotita é o principal máfico presente, ocorrendo sob a forma de lamelas hipidiomórficas a idiomórficas com tamanhos de até 1mm, com preferencial orientação (lâmina 103). Grãos de granada xenoblástica eventualmente podem ocorrer pela matriz (lâmina 44_A), assim como grãos de titanita idiomórficas de até 0,5 mm (lâmina 13_A) podem ocorrer nos aglomerados máficos. Mirmequitas são muito presentes principalmente nos bordos dos feldspatos potássicos. A mineralogia acessória pode ser representada por apatitas, zircões e opacos, ocorrendo nos aglomerados máficos, inclusos nos minerais que os compõe (lâmina 103) ou disseminados pela lâmina, como eventualmente grãos de granada e titanita. A mineralogia secundária é representada por quantidades variáveis de calcita, abundante muscovita associado aos grãos de plagioclásio alterados, além de sericita. A

cloritização é abundante nesta unidade, ocorrendo estruturas secundárias nos grãos a qual a alteração é presente (lâmina 13). Leucoxênio como produto de alteração de opacos é localmente observado (lâmina 102). Resquícios de piroxênio são observados pela lâmina e sua transformação para biotita é evidenciada (lâmina 13_A). Com base na moda, as rochas foram classificadas como granitos a granodioritos, segundo o diagrama QAP de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

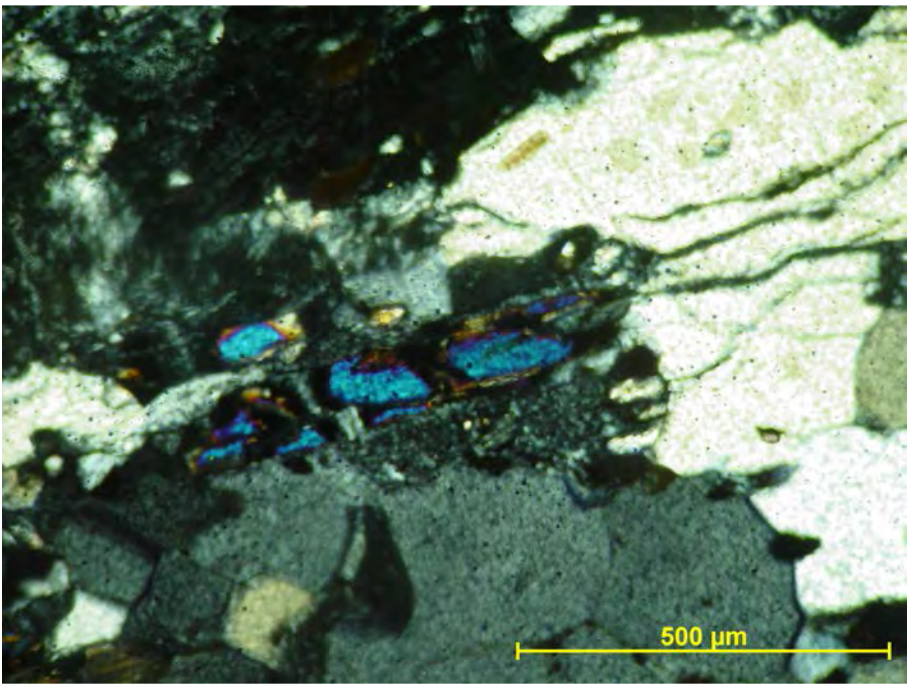
Unidade Ingá

Com base na descrição de três lâminas foi classificada como uma rocha de textura inequigranular granoblástica. A rocha é basicamente composta por uma matriz quartzo - feldspática moderadamente orientada, com contatos poligonais raros entre os mesmos. Nas lâminas 10 e 10_A principalmente são observadas zonas cataclásticas orientadas paralelas à orientação geral, com evidente quebra dos grãos. Na lâmina 11 os grãos de quartzo começam a se recuperar ou ocorrem no padrão de fitas com tamanhos que chegam a 1mm, marcando orientação preferencial. Os grãos da matriz, principalmente das lâminas 10_A e 11 são mais finos, justamente as que possuem os grãos de quartzo remobilizado em fitas. São presentes nas amostras níveis com cristais de sillimanita de até 0,5mm marcando orientação preferencial alternando-se com os grãos de quartzo. A ocorrência destes minerais juntamente com a presença de estruturas secundárias nos afloramentos indica a presença de metamorfismo na unidade. Grãos de granada poiquiloblástica e xenoblástica são encontrados principalmente na lâmina 10_A, concentradas nos aglomerados máficos, compostos por grãos xenomórficos de biotita, restos de piroxênio, apatitas e zircões. Não foram observados grãos de sillimanita nesta lâmina. Nesta mesma são presentes cristais anédricos de turmalina de forma disseminada na lâmina. Não foram realizadas contagens modais para esta unidade e nem análises geoquímicas devido ao alto grau de alteração dos afloramentos observados.

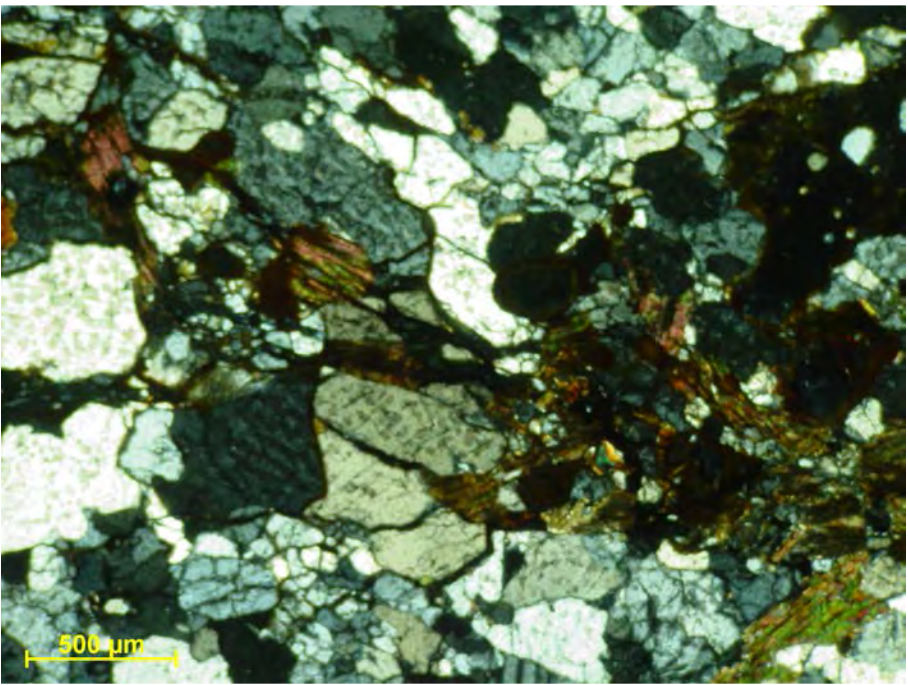
Unidade Ingá



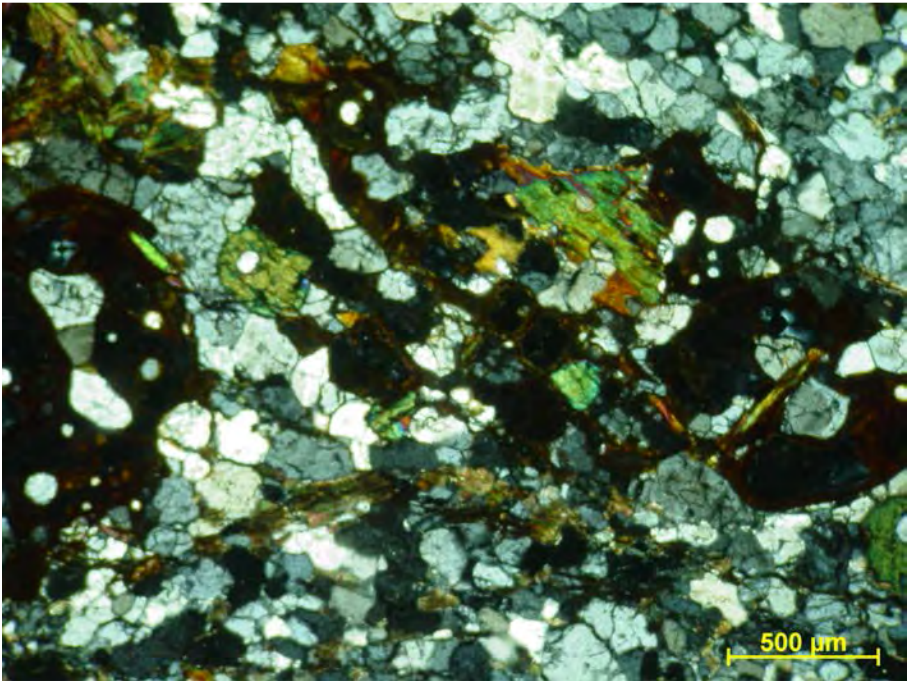
Fotomicrografia 5.60 – Turmalinas dispersas em matriz quartzo - feldspática hipidiomórfica a xenomórfica. Nicóis cruzados. (Estação 10)



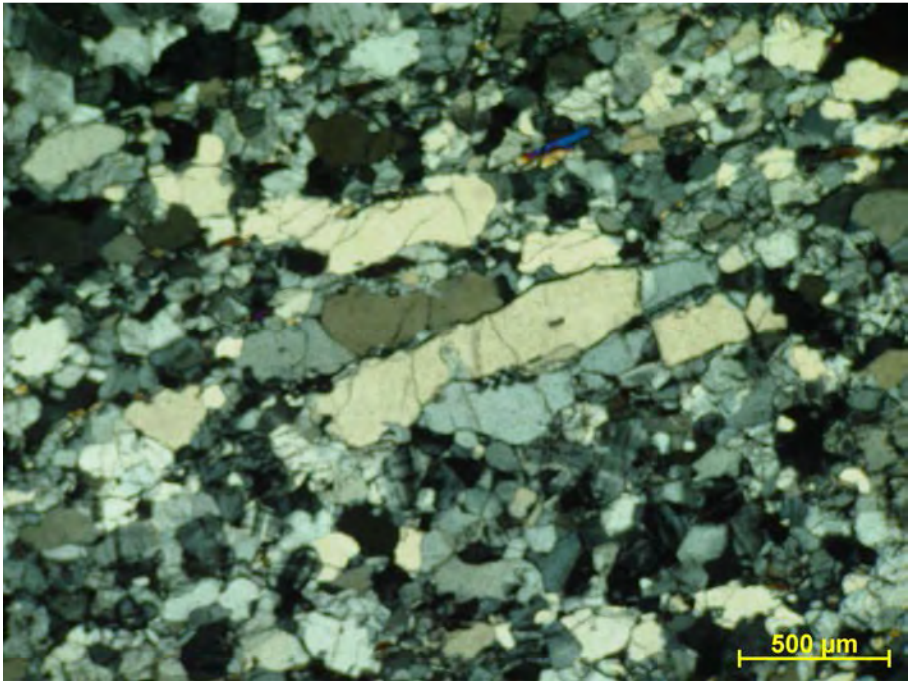
Fotomicrografia 5.61 – Detalhe dos grãos de sillimanita que ocorrem em níveis por toda a lâmina. Aumento de 10x. (Estação 10)



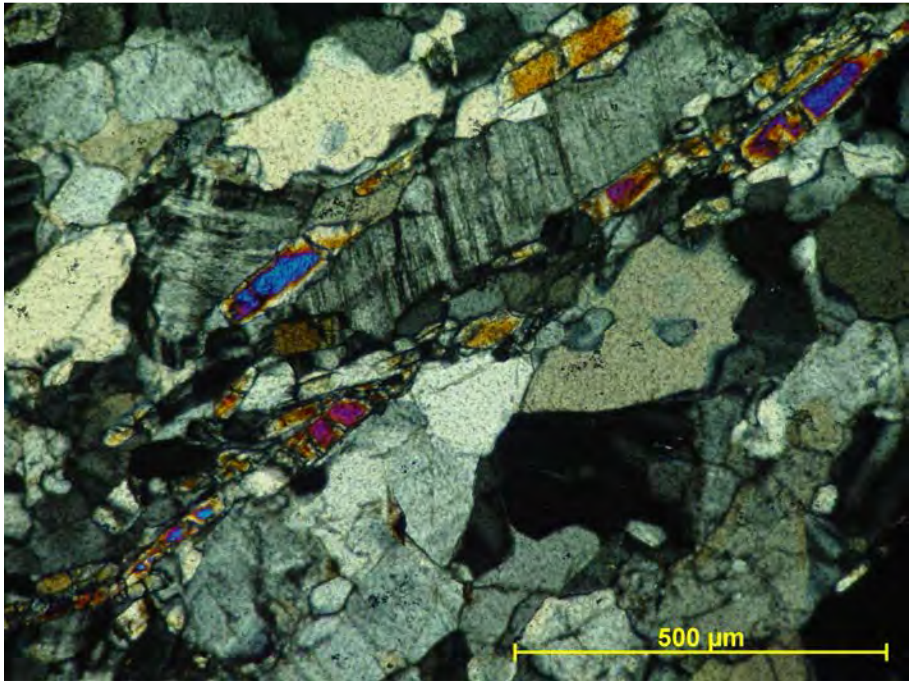
Fotomicrografia 5.62 – Novamente a matriz hipidiomórfica a xenomórfica quartzo - feldspática junto a grãos de biotita e piroxênio alterados. Possível transição entre ambos. Amostra coletada no mesmo local que a Estação 10. (Estação 10_A)



Fotomicrografia 5.63 – Grãos de granada poiquiloblástica de até 0,8mm, isotrópicas com os nicóis cruzados, e biotita alterada de até 0,4mm em matriz seriada quartzo - feldspática. (Estação 10_A)



Fotomicrografia 5.64 – Fitas de quartzo de até 1mm denotando moderada orientação. Acima na lâmina exibindo cores de interferência de 2º ordem pequeno grão de sillimanita. (Estação 11)



Fotomicrografia 5.65 – Detalhe de níveis de sillimanita orientadas bordeando microclina, além de grãos de quartzo xenomórficos. Aumento de 10x. (Estação 11)

Unidade Morro da Penha

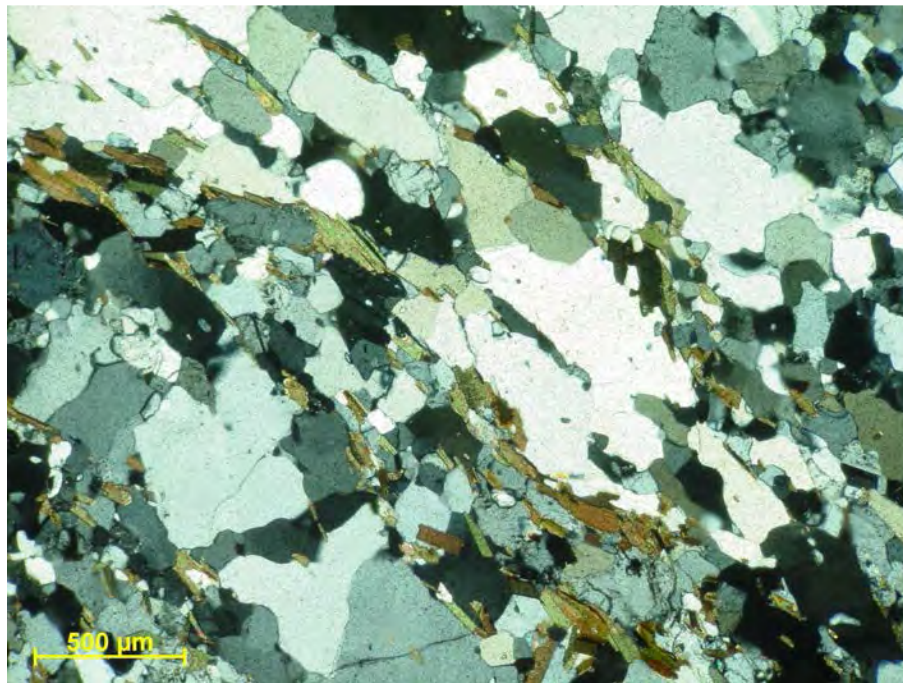
Com base na descrição de quatro lâminas foi classificada como uma rocha porfirítica com textura mortar em padrão seriada predominante, exibindo moderada orientação mineral. A textura mortar é bem nítida entre os pórfiros de feldspato potássico ora entre os mesmo ora com os plagioclásio, com acentuada redução da matriz próximo aos álcali-feldspatos. Os fenocristais são predominantemente representados por mesopertita/ microclina pertítica hipidiomórficos a idiomórficos, principalmente nas amostras 8 e 9 medindo até 4cm em lâmina, e grãos de plagioclásio, preferencialmente geminados e exibindo estruturas secundárias, com tamanhos que variam entre 1 a 2mm. Nas lâminas 6 e 6_A os fenocristais e grãos de plagioclásio apresentam bom grau de alteração. A matriz é composta tanto por grãos de mesopertitas como grãos de microclinas, além de plagioclásios, todos estes com tamanhos até 0,5mm, apresentando as mesmas características das Sub – Unidades Gnaiss Facoidal, tendo como principal máfico a biotita em lamelas orientadas e secundariamente a granada. Os grãos de quartzo apresentam-se como nas sub - unidades do gnaiss facoidal descritas anteriormente, em padrão de fitas orientadas parcialmente dobradas, estando todo o quartzo remobilizado da matriz. As mimerquitas presentes chegam a até 1mm e a mineralogia acessória, com granadas em fenocristais na amostra 8 chegando a 2mm e em aglomerados máficos como nas demais amostras desta unidade. Zircões e apatitas ocorrem preferencialmente nestes aglomerados, inclusos nas lamelas de biotita ou não. Restos de piroxênio são observados localmente nas lâminas desta unidade. A mineralogia secundária é representada pelo retrometamorfismo do plagioclásio, tendo em grande quantidade calcita e alguma muscovita e localmente sericita. A cloritização da biotita não foi observada nas lâminas descritas. Com base na moda, as rochas foram classificadas como

quartzo monzonito a granodioritos, segundo o diagrama QAP de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

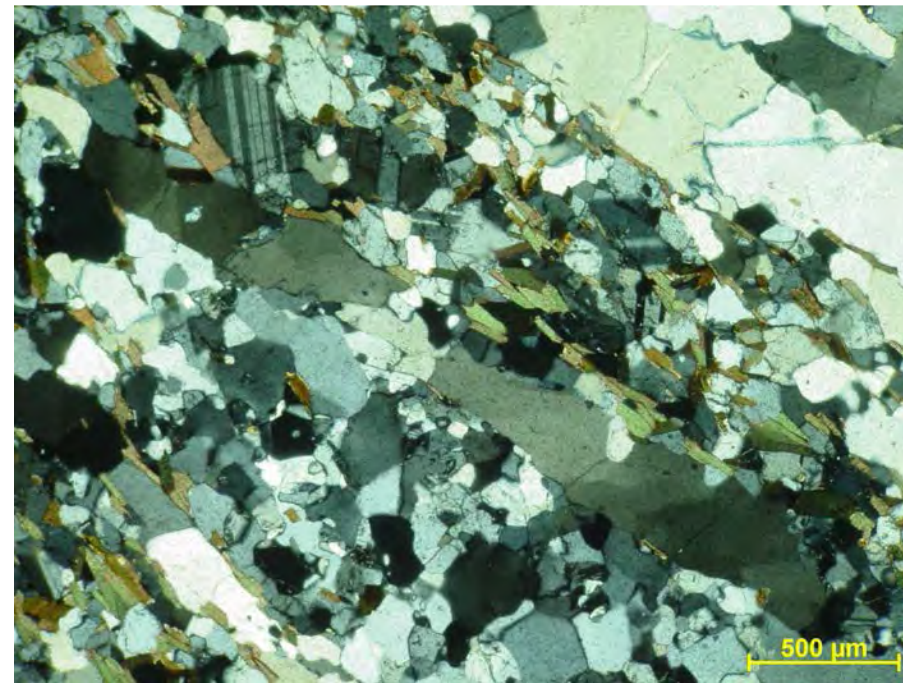
Unidade Ilha da Conceição

Com base na descrição de duas lâminas foi classificada com sendo uma rocha com textura porfirítica fina, sendo a amostra coletada na estação cinco (fn-5) menos porfirítica com maior abundância de matriz. Os fenocristais são representados por grãos de quartzo principalmente, em padrão de fitas em ambos os casos, atingindo granulometrias entre 0,5mm a 2mm, exibindo moderada a alta orientação mineral, além de sua extinção ondulante característica. Fenocristais de plagioclásio de até 0,8mm, não geminados em sua maioria e micropertitas de até 5mm encerram os fenocristais presentes na lâmina. Na amostra fn-5 grãos de granada xenoblástica a poiquiloblástica podem ser consideradas como fenocristais. A mineralogia acessória é como a dos augen gnaisses, com bastante granada associada e apresentando ou não, rara titanita associada, em grãos xenomórficos arredondados a hipidiomórficos quadráticos, principalmente na amostra fn-5. A matriz é fina e abundante compondo a maior parte da rocha, principalmente a amostra fn-5, sendo composta por grãos de micropertita, alguns recristalizados e plagioclásio. Mirmequitas são evidentes nos bordos dos pórfiros de feldspato potássico em contato com os grãos de plagioclásio. A textura mortar não foi observada. A biotita é o principal máfico da lâmina, ocorrendo preferencialmente nos aglomerados máficos, juntamente com granadas, opacos, zircões e apatita inclusos ou não nas mesmas. Ocorre sob o padrão de palhetas hipidio - idiomórficas com tamanhos de até 0,8mm. Como minerais secundários são presentes a sericita, como produto do retrometamorfismo dos grãos de plagioclásio e clorita em raros grãos alterados de biotita. Com base na moda, as rochas foram classificadas como granodioritos, segundo o diagrama QAP de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

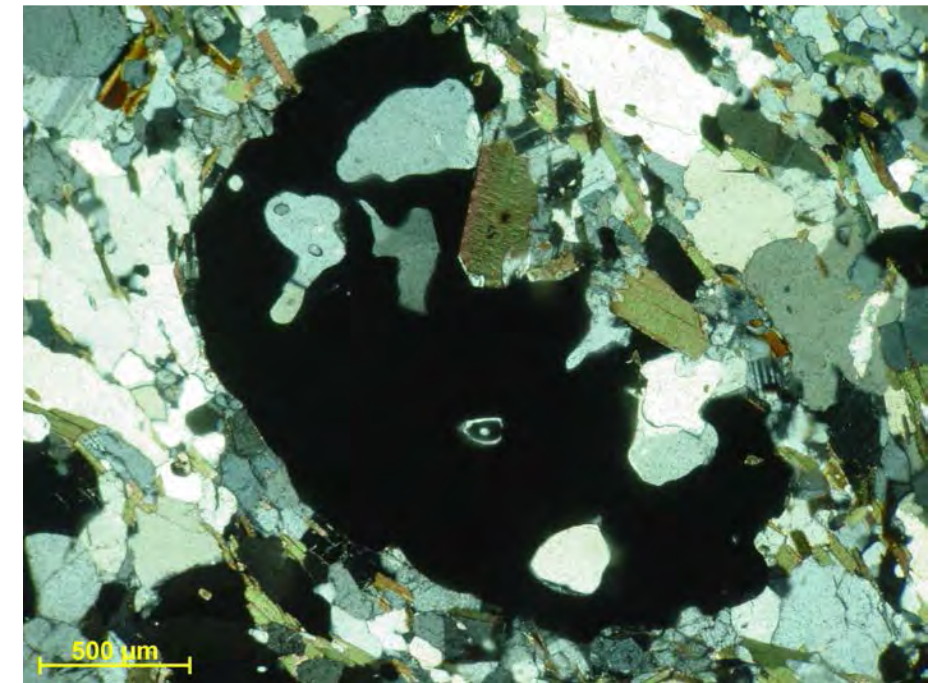
Unidade Ilha da Conceição



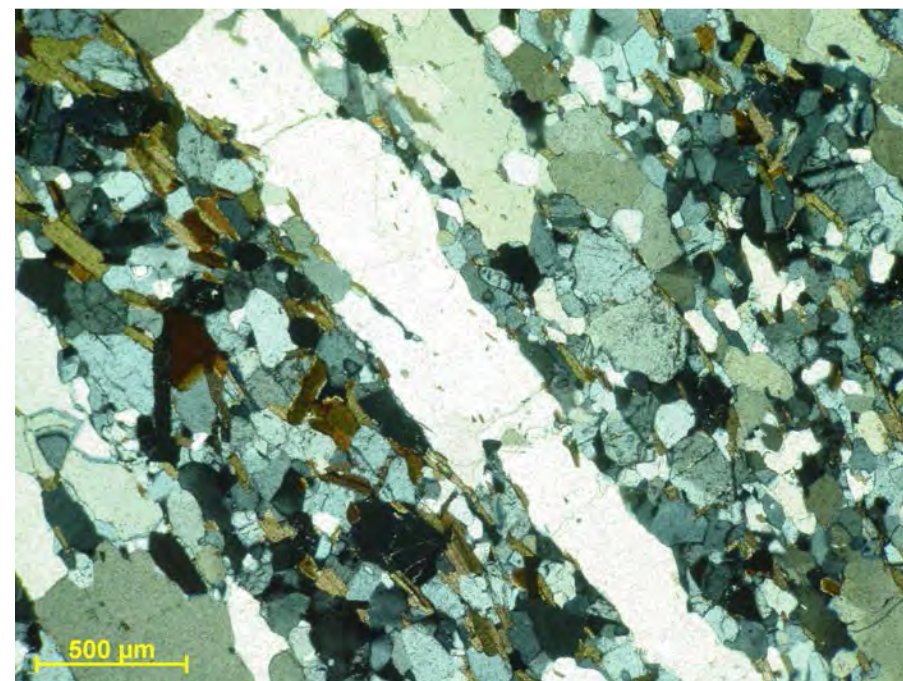
Fotomicrografia 5.78 – Rocha com textura inequigranular porfirítica, com pórfiros de quartzo em fitas e K-feldspato. Os minerais exibem moderada orientação. (Estação 5)



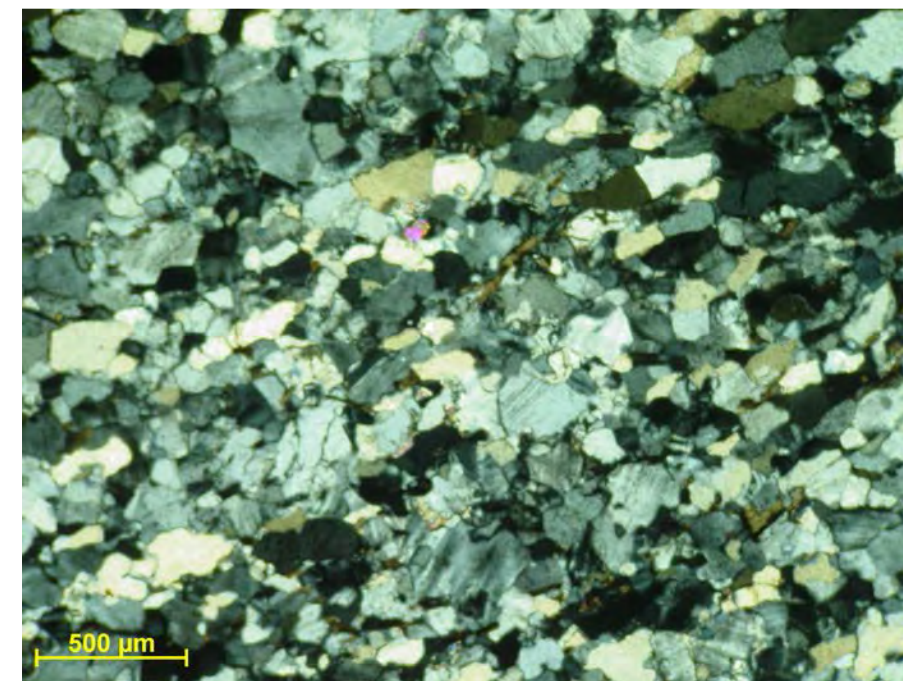
Fotomicrografia 5.79 – Outro ponto da lâmina mostrando a extinção ondulante das fitas de quartzo e pórfiros de plagioclásio geminados. (Estação 5)



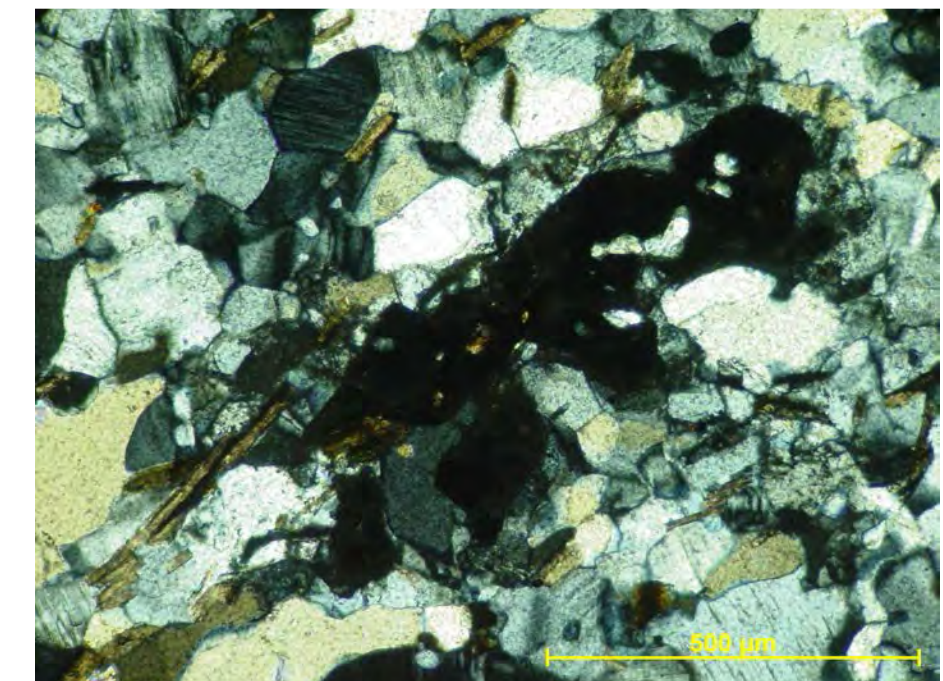
Fotomicrografia 5.80 – Detalhe de grão de granada xenoblástica. Estes grãos chegam a tamanhos de 1,2mm. (Estação 5)



Fotomicrografia 5.81 – Detalhe das fitas de quartzo exibindo forte orientação mineral, com granadas poiquiloblásticas presentes em aglomerados máficos. (Estação 5)

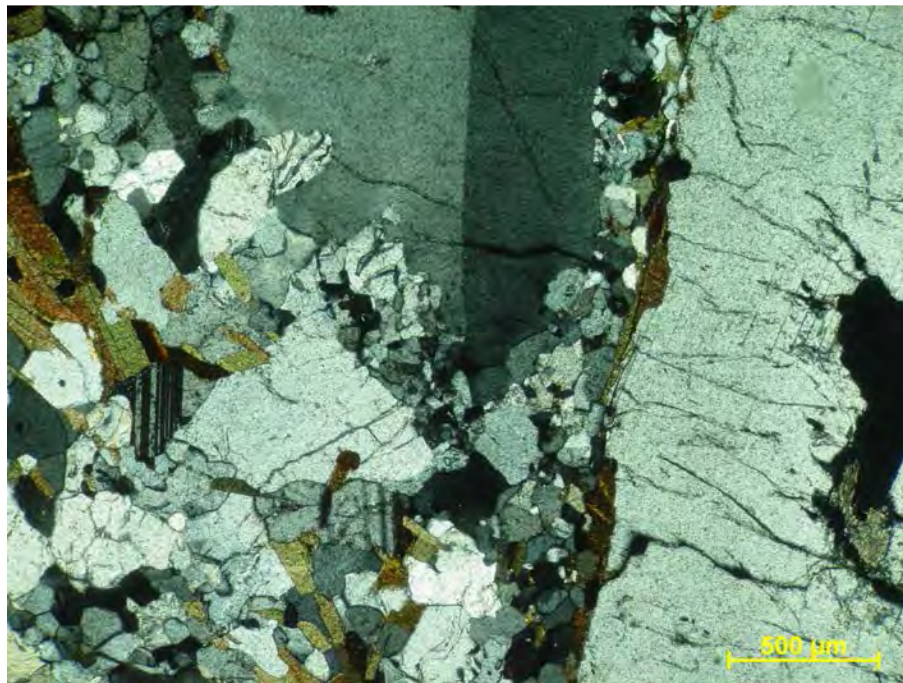


Fotomicrografia 5.82 – Aspecto geral da matriz quartzo - feldspática. (Estação 5)

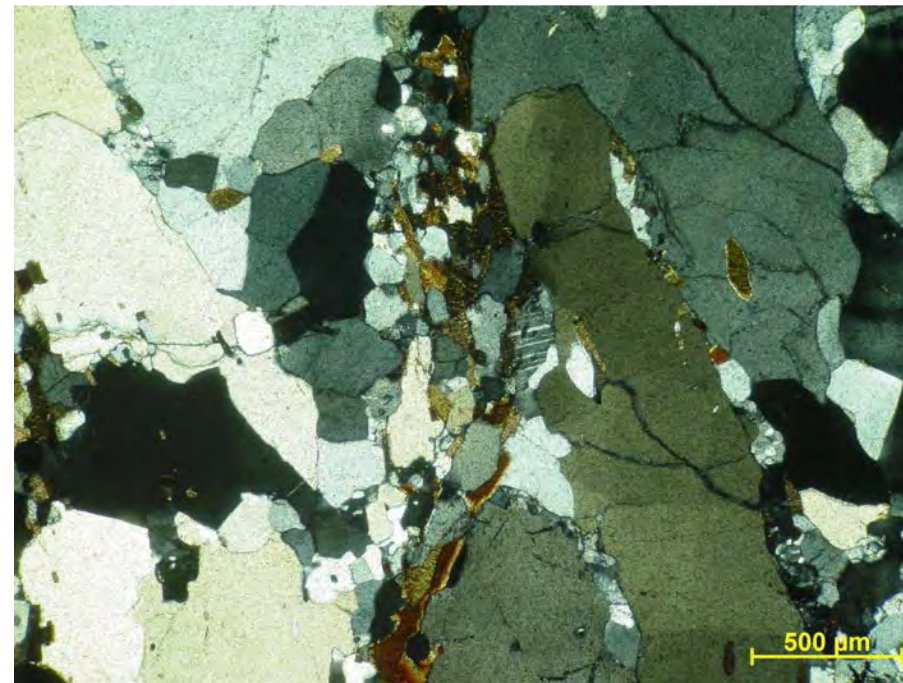


Fotomicrografia 5.83 – Detalhe de granada xenoblástica presente em aglomerados máficos e grãos de titanita xenomórficas, exibindo padrões arredondados, quadráticos a tabulares. Aumento de 10x(Estação 5)

Unidade Ilha da Conceição



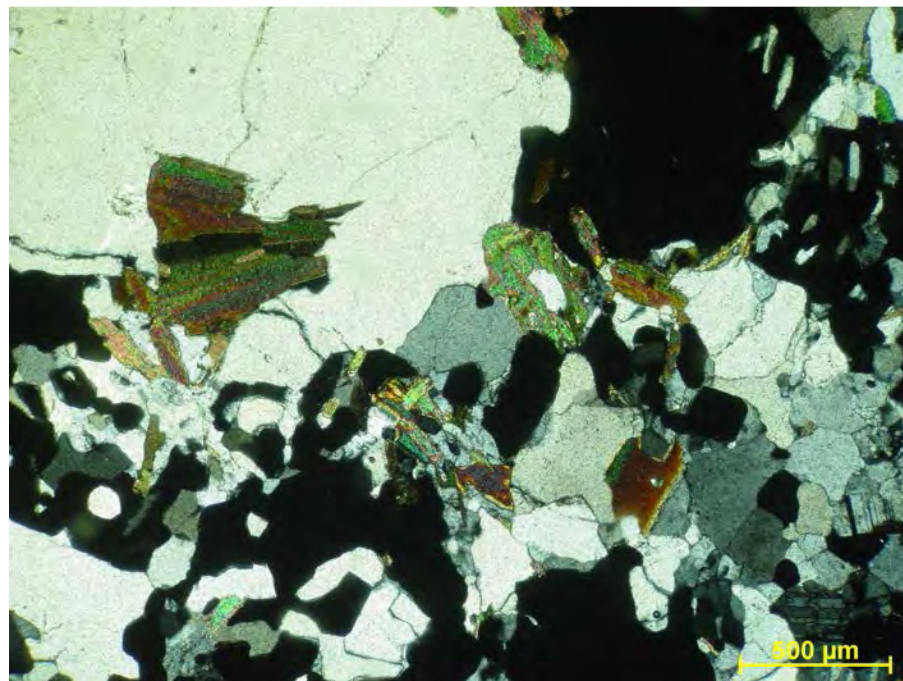
Fotomicrografia 5.84 – Detalhe de pórfiros de microclina com mimerquitizações em seus bordos, além de belíssima geminação carlsbad. Matriz composta de álcali feldspato, plagioclásio e quartzo principalmente. (Estação 106)



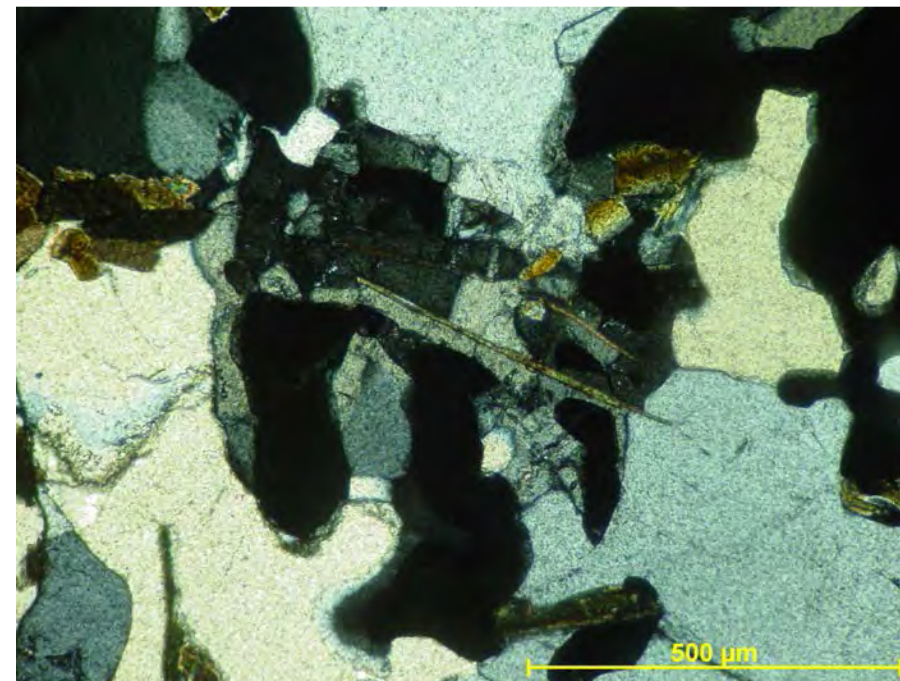
Fotomicrografia 5.85 – Detalhe de grãos de quartzo em padrões de fita exibindo extinção ondulante. (Estação 106)



Fotomicrografia 5.86 – Grãos de granada e biotita, vista com nicóis paralelos. Os grãos de granada são abundantes na lâmina, sendo xenoblásticas em sua maioria, ocorrendo de forma disseminada. (Estação 106)



Fotomicrografia 5.87 – Mesma foto que a anterior, agora com nicóis cruzados. Note a quantidade de grãos de granada presentes na lâmina. (Estação 106)



Fotomicrografia 5.88 – Detalhe de aglomerado máfico presente na lâmina. As biotitas apresentam um padrão bem tabular. Aumento de 10x (Estação 106)

5.2 Contagem Modal

Tabela 5.2.1 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Sub -Unidade Gnaiss Facoidal Com Zonas Charnockíticas.

Lâmina fn-95	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-25	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-44 D	Mineralogia	% Modal
Pórfiros: 48%	Mesopertita	12%	Pórfiros: 76%	Mesopertita	38%	Pórfiros: 45%	Mesopertita	25%
	Plagioclásio	23%		Plagioclásio	20%		Plagioclásio	10%
	Quartzo	13%		Quartzo	18%		Quartzo	10%
Matriz: 52%	Mesopertita	9%	Matriz: 24%	Mesopertita	10%	Matriz: 55%	Mesopertita	9%
	Plagioclásio	35%		Plagioclásio	6,5%		Plagioclásio	43%
	Biotita	5%		Biotita	5%		Biotita	2,3%
	Piroxênio	1,2%		Muscovita	0,2%		Piroxênio	tr
	Minerais Opacos	1,8%		Piroxênio Alterado	tr		Minerais Opacos	0,5%
	Apatita	tr		Minerais Opacos	2%		Granada	0,2%
	Zircão	tr		Apatita	tr		Apatita	tr
	Clorita	tr		Zircão	tr		Zircão	tr
				Clorita	0,3		Clorita	tr

Tabela 5.2.2 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Sub -Unidade Gnaiss Facoidal Sem Zonas Charnockíticas.

Lâmina fn-109	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-23	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-100	Mineralogia	% Modal
Pórfiros: 87%	Microclina pertítica	56%	Pórfiros: 84%	Microclina pertítica	51%	Pórfiros: 91%	Microclina pertítica	57%
	Plagioclásio	10%		Plagioclásio	11%		Plagioclásio	14%
	Quartzo	21%		Quartzo	22%		Quartzo	20%
Matriz: 13%	Microclina	5%	Matriz: 16%	Microclina	8%	Matriz: 9%	Microclina	3%
	Plagioclásio	3%		Plagioclásio	4%		Plagioclásio	3%
	Biotita	2%		Biotita	2%		Biotita	2,5%
	Minerais opacos	tr		Minerais opacos	tr		Minerais opacos	tr
	Zircão	tr		Zircão	tr		Zircão	tr
	Apatita	tr		Apatita	tr		Apatita	tr
	Granada	1%		Granada	1%		Titanita	tr
	Muscovita	1,7%		Muscovita	0,8%		Muscovita	0,1%
	Calcita	0,2%		Calcita	0,1%		Calcita	0,2%
	Sericita	tr		Sericita	0,1%		Sericita	0,2%
	Clorita	1%		Clorita	tr		Clorita	tr

5.2 Contagem Modal

Tabela 5.2.3 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras do Litotipo Transicional.

Lâmina fn-14	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-103	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-44	Mineralogia	% Modal	
Pórfiros: 70%	Micropertita/ Microclina	38%	Pórfiros: 73%	Micropertita/ Microclina	38%	Pórfiros: 85%	Micropertita/ Microclina	50%	
	Plagioclásio	10%		Plagioclásio	20%		Plagioclásio	14%	
	Quartzo	22%		Quartzo	15%		Quartzo	21%	
Matriz: 30%	Microclina Pertítica	11%	Matriz: 27%	Microclina Pertítica	10%	Matriz: 15%	Microclina Pertítica	5%	
	Plagioclásio	5%		Plagioclásio	6,5%		Plagioclásio	7,5%	
	Biotita	3%		Biotita	5%		Biotita	1,8%	
	Piroxênio alterado	1%		Piroxênio alterado	3%		Piroxênio alterado	tr	
	Minerais opacos	1%		Minerais opacos	2%		Minerais opacos	tr	
	Zircão	tr		Zircão	tr		Zircão	tr	
	Apatita	tr		Apatita	tr		Apatita	tr	
	Granada	tr		Titanita	0,1%		Granada	0,2%	
	Titanita	tr		Muscovita	0,2%		Muscovita	0,2%	
	Muscovita	1%		Calcita	0%		Calcita	0,2%	
	Calcita	1%		Sericita	tr		Sericita	tr	
	Sericita	tr		Clorita	0,2%		Clorita	0,1%	
	Clorita	7%							

Tabela 5.2.4 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Unidade Morro da Penha.

Lâmina fn-6	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-9	Mineralogia	% Modal
Pórfiros: 68%	Mesopertita/ Microclina Pertítica	17%	Pórfiros: 70%	Mesopertita/ Microclina Pertítica	16%
	Plagioclásio	33%		Plagioclásio	36%
	Quartzo	18%		Quartzo	18%
Matriz: 32%	Mesopertita/ Microclina	3%	Matriz: 30%	Mesopertita/ Microclina	7%
	Plagioclásio	25%		Plagioclásio	18%
	Biotita	3%		Biotita	4%
	Piroxênio	tr		Minerais opacos	tr
	Minerais opacos	tr		Zircão	tr
	Zircão	tr		Apatita	tr
	Apatita	tr		Granada	1%
	Granada	1%		Muscovita	tr
	Calcita	tr		Calcita	tr
				Sericita	tr

5.2 CONTAGEM MODAL

Tabela 5.2.5 – Contagens modais (1000 pontos) para amostras da Unidade Ilha da Conceição.

Lâmina fn-5	Mineralogia	% Modal	Lâmina fn-106	Mineralogia	% Modal
Pórfiros: 35%	Microperitita	9%	Pórfiros: 46%	Microperitita	6%
	Plagioclásio	8%		Plagioclásio	25%
	Quartzo	18%		Quartzo	15%
Matriz: 65%	Quartzo	10%	Matriz: 54%	Quartzo	5%
	Microperitita	9%		Microperitita	8%
	Plagioclásio	40%		Plagioclásio	34%
	Biotita	3%		Biotita	3%
	Minerais opacos	tr		Minerais opacos	tr
	Zircão	tr		Zircão	tr
	Apatita	tr		Apatita	tr
	Granada	3%		Granada	4%
	Calcita	tr		Calcita	tr
				Clorita	tr

5.3 DIAGRAMA DE STRECKEISEN (1976)

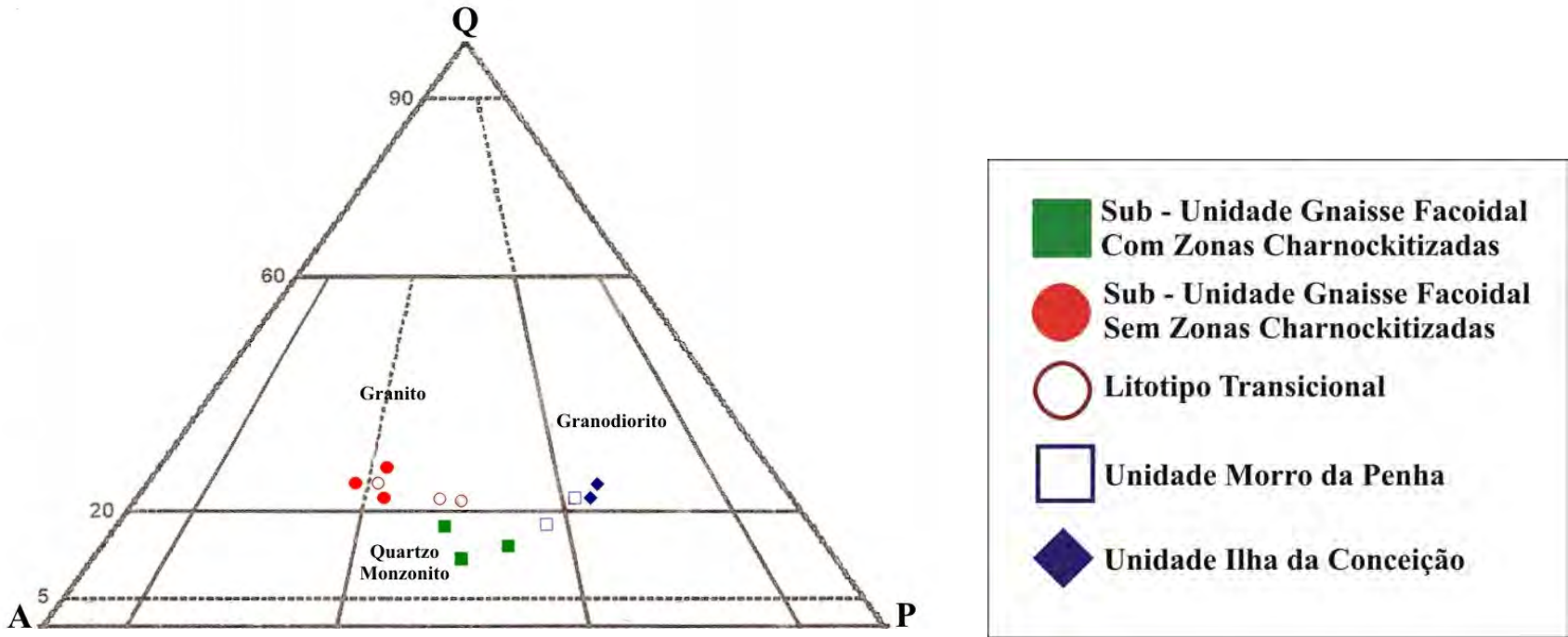


Figura 5.3 – Amostras plotadas no diagrama de Streckeisen (1976) para rochas plutônicas.

6 GEOQUÍMICA

Com o intuito de caracterizar geoquimicamente o gnaiss facoidal e suas variedades geológicas, bem como as demais unidades mapeadas neste estudo foram realizadas treze análises químicas de elementos maiores e traços (sendo seis análises para elementos terras raras). Importante ressaltar que as amostras 14, 44 e 103, foram interpretadas como uma fase descharnockitizada dos gnaisses facoidais, tendo em vista que nos afloramentos em questão é notória a presença de manchas verdes (porções charnockíticas) por todo o corpo rochoso, mostrando uma transição entre as duas Sub - Unidades dos Gnaisses Facoidais. Não foi analisada nenhuma amostra da unidade Ingá, tendo esta sido estudada e interpretada com dados obtidos nos afloramentos e em lâminas petrográficas, devido ao seu forte grau de alteração. A amostra *fn-9*, correspondente ao Morro da Penha, está contaminada em sílica, porém a mesma não foi retirada das análises químicas para demonstrar que a metodologia de preparação é bastante válida não podendo ser desprezada nenhuma etapa.

Foi adicionado as análises os resultados da amostra *fn-P1*, cujo material sofreu análise para elementos maiores, menores e traço, tendo sido usado como comparativo aos demais dados. Esta amostra foi coletada num corte de estrada da Rodovia Amaral Peixoto, próximo ao Bairro de Inoã, em frente a Pedreira Ibrita.

Os critérios de amostragem e metodologia de preparação e análise estão descritos no item 2.3.2, Metodologia. Os resultados foram plotados nos diversos diagramas propostos na literatura para classificação e comparação com rochas conhecidas, baseados em elementos maiores, menores e traços. A maioria desses diagramas são utilizados para rochas vulcânicas, devendo ser interpretados com o devido cuidado para as rochas plutônicas.

Os diagramas geoquímicos apresentados neste capítulo foram obtidos a partir do uso do programa Minpet (1995).

Nos diagramas que se seguem, as amostras analisadas quimicamente são tratadas em conjunto. O diagrama SiO_2 X $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Peacock, 1931, modificado por Brown, 1982) e o diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971) apresentados nas (**Figuras 6.1 e 6.2**) mostram que as

rochas do gnaiss facoidal apresentam caráter cálcio-alcálico e alinhando-se paralelamente ao trend de evolução.

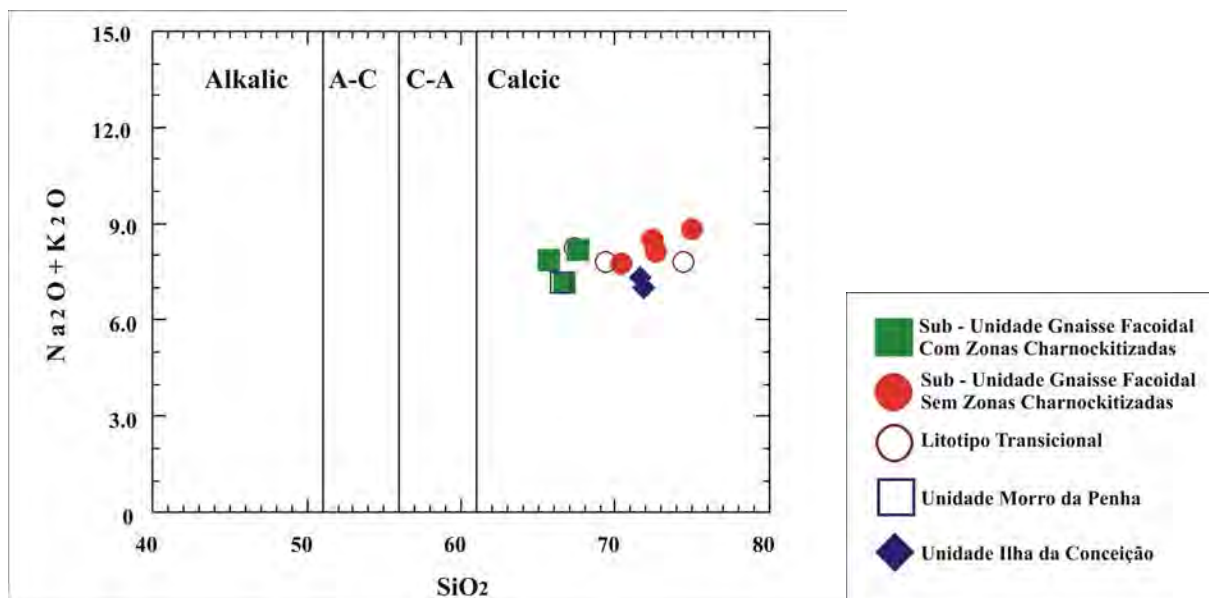


Figura 6.1 - Gráfico $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 (Peacock, 1931 adaptado por Brown, 1982).

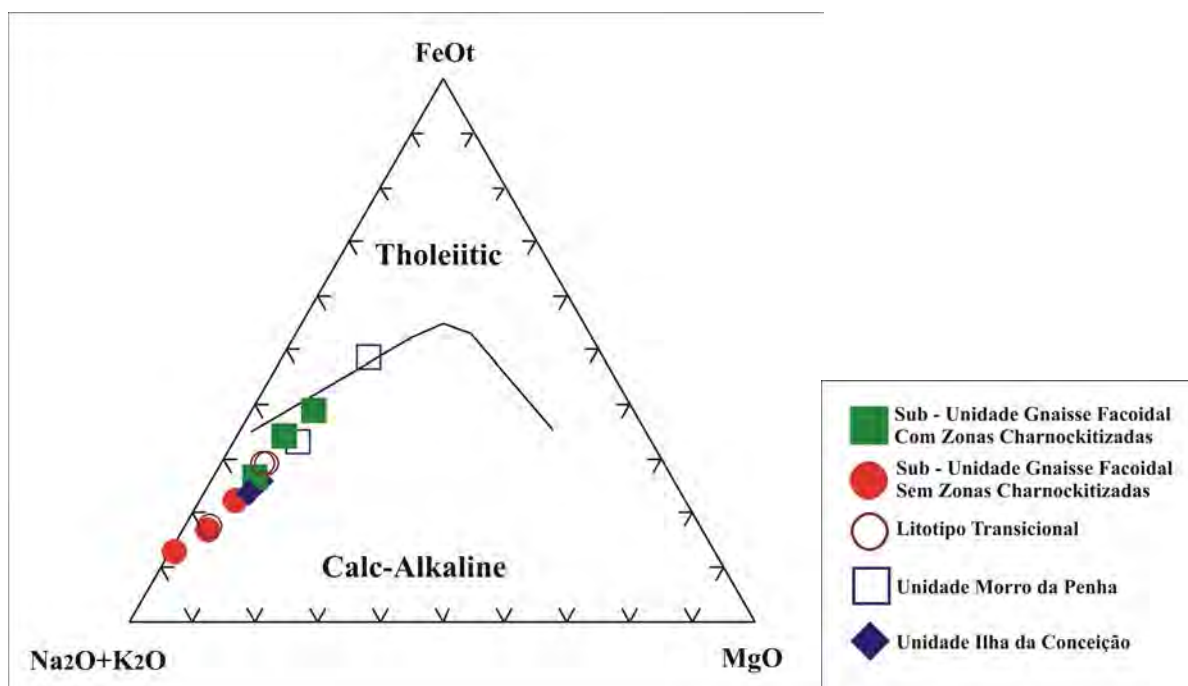


Figura 6.2 - Gráfico AFM (Irvine & Baragar, 1971).

No diagrama de Cox *et al.* (1979) de classificação de rochas vulcânicas adaptado por Wilson (1989) para rochas plutônicas, as amostras variam entre rochas graníticas, principalmente as amostras do Morro da Penha e gnaisses facoidais sem zonas charnockíticas e, rochas granodioríticas, nas porções transicionais e com zonas charnockitizadas, além das amostras da Ilha da Conceição como é observado na **(Figura 6.3)**.

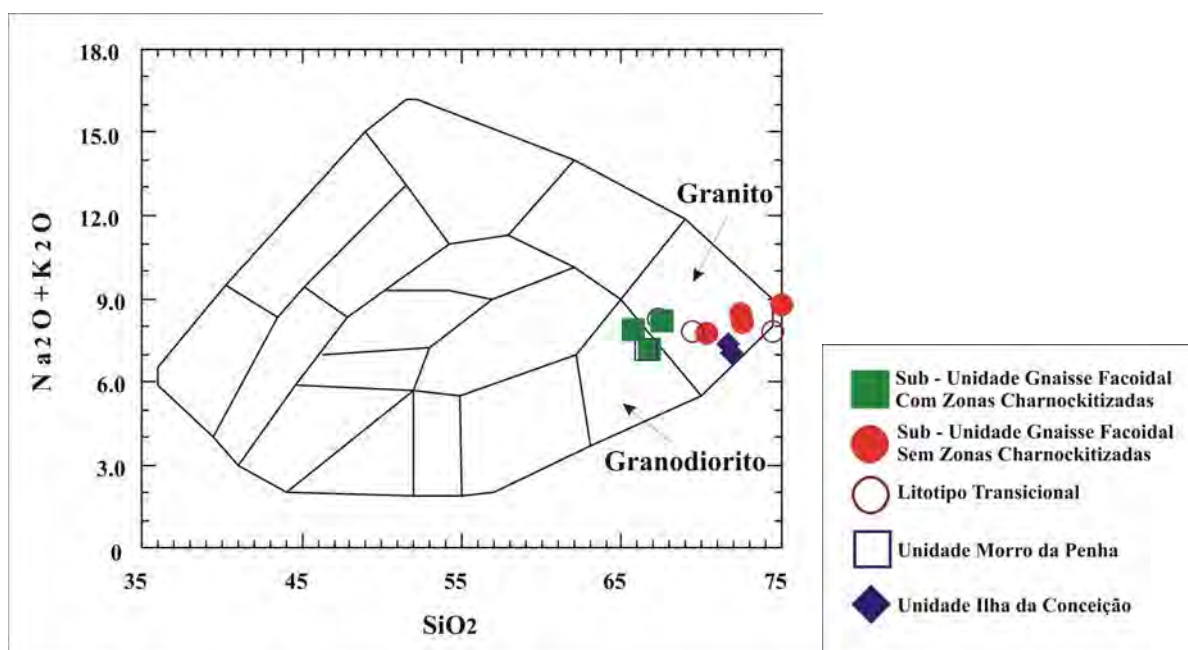


Figura 6.3 -Diagrama binário de Cox *et al.*, 1979, adaptado para rochas plutônicas.

O diagrama ACNK - $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{K}_2\text{O})$ (Maniar & Piccoli, 1989) , apresentado na **(Figura 6.4)**, classifica as rochas em questão como ligeiramente peraluminosas, plotando no limite entre os campos metaluminoso e peraluminoso.

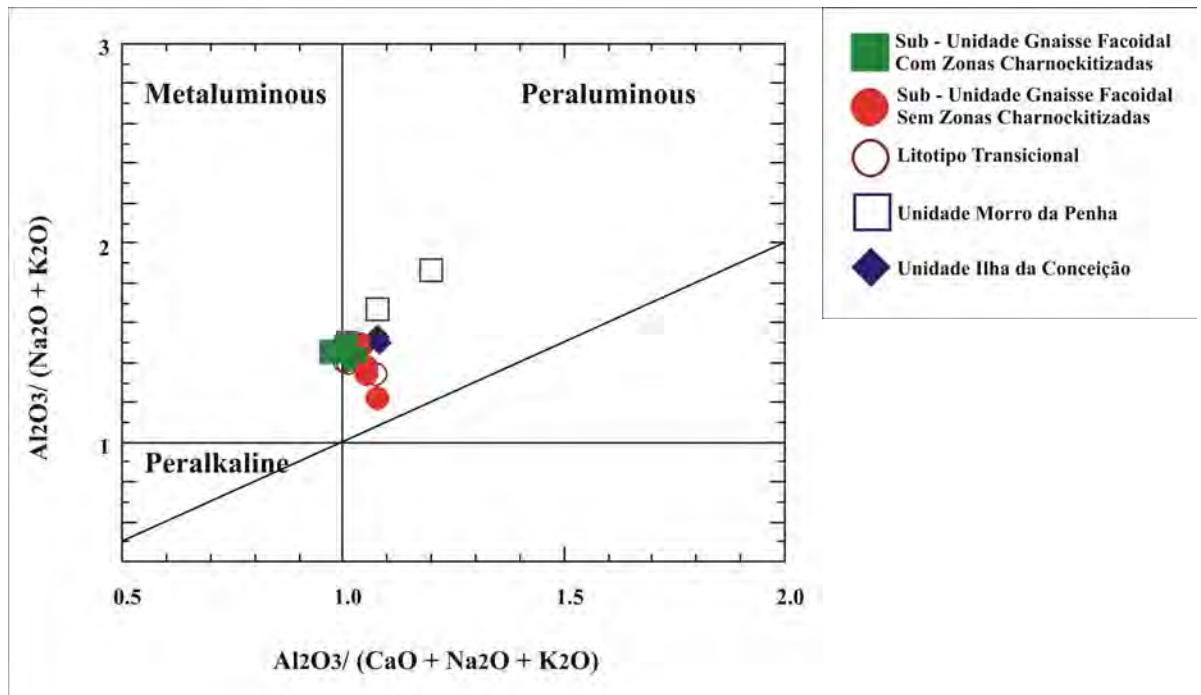
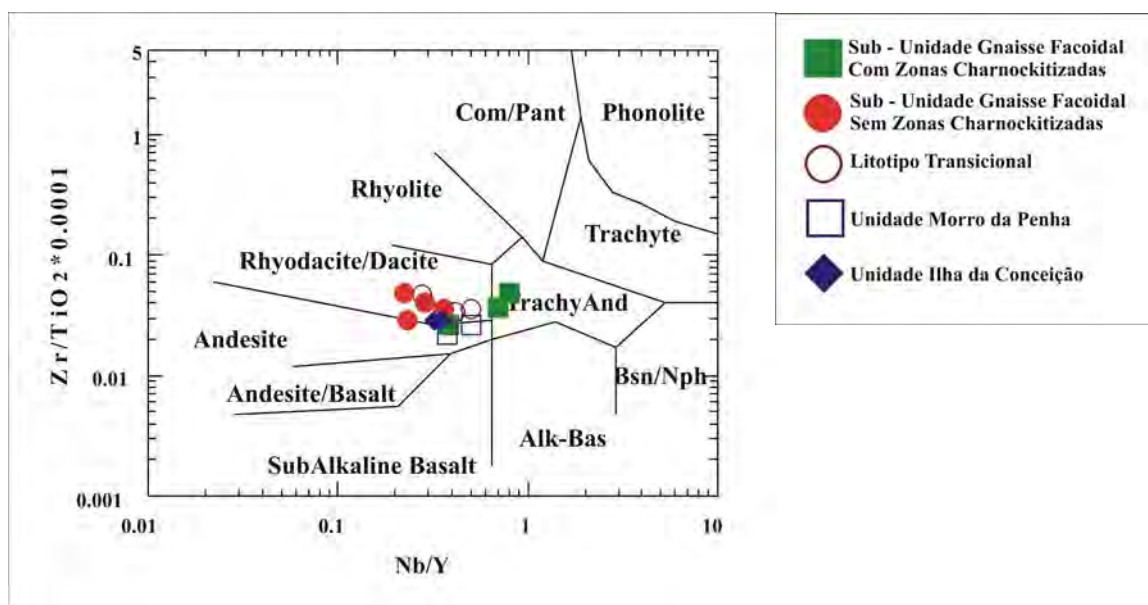


Figura 6.4 -Gráfico ACNK, $Al_2O_3/(Na_2O+CaO+K_2O)$ (Maniar & Piccoli, 1989).

No diagrama de Winchester & Floyd, (1977), as amostras plotaram nos campos para rochas granodioríticas a tonalíticas, como observado na (Figura 6.5).



Figuras 6.5 - Gráfico de Classificação de Rochas, $\log (Nb/Y)-\log (Zr/TiO_2) W + F$, (Winchester & Floyd, 1977).

A classificação obtida utilizando-se os diagramas de Cox *et al.* (1979) e Winchester & Floyd, (1977) não coincide exatamente com aquela observada no Diagrama de Streckeisen (1976), que classifica, por exemplo, as rochas charnockíticas como quartzo monzonito a monzogranito e as amostras do Morro da Penha como granodioritos. Tal discrepância é esperada para rochas inequigranulares megaporfíricas, o que contrasta com a proposição dos autores na obtenção dos campos definidos nos diagramas geoquímicos supracitados, que considera a análise química de litotipos sem grandes variações granulométricas para rochas vulcânicas.

Os diagramas de Harker (1909), mostrados nas **(Figura 6.6), (Figura 6.7) e (Figura 6.8)**, apresentam o comportamento de diferentes óxidos quando plotados contra o teor de SiO_2 , além de elementos chave, bem como ETRs Leves, representado pelo La e ETRs Pesados, representado pelo Yb. Com exceção dos teores de K_2O , foi observada uma relativa diminuição dos teores de TiO_2 , Al_2O_3 , FeOT, Ca_2O , Na_2O , MnO , P_2O_5 com o aumento do teor de SiO_2 . Já o óxido, MgO apresentou uma leve dispersão. A tendência na formação de *trends* coerentes, em rochas cuja composição modal não é muito discrepante, aponta para uma seqüência de caráter cogenético, o que estará também demonstrado pelos padrões de elementos terras raras, exibidos mais adiante.

A correlação negativa de Al_2O_3 pode estar relacionada com uma cristalização de precoce ou mesmo simultânea de fenocristais de feldspatos potássicos e plagioclásios cada vez mais pobres em Ca. Tal fato é reafirmado ao se observar a diminuição de teores principalmente de CaO e, Na_2O com o aumento de SiO_2 . O aumento no teor de K_2O em relação à sílica foi esperado e comprovado. A tendência a uma correlação negativa para este óxido pode ser explicada por se tratar de uma rocha porfírica.

A pequena variação dos teores entre de MgO , P_2O_5 e Zr em relação aos teores de SiO_2 mostra que a disponibilidade de MgO para a formação de fases máficas, de P_2O_5 para a formação de apatita e de Zr para a formação de zircões, não diferiu muito ao longo da cristalização do magma.

O gráfico de Rb versus sílica mostrou um *trend* discriminado para cada litotipo analisado e o de Sr versus sílica uma gradação na diminuição de teor conforme as rochas se enriquecem em sílica. Ambos reforçam o comportamento observado para o K_2O e CaO respectivamente, com correlação ligeiramente negativa. A diminuição de V com o aumento da sílica é brusca apontando para o provável e esperado controle dos óxidos de ferro e talvez biotita na distribuição deste elemento, uma vez que em direção aos termos mais evoluídos a proporção modal desses minerais tende a diminuir. Os valores de K mostram uma forte dispersão entre as amostras analisadas. Esta característica é observada por se tratarem de rochas porfíricas. Os valores de La mostram certa dispersão, com enriquecimento deste elemento nas rochas com ou sem porções charnockíticas e uma brusca diminuição no Litotipo Transicional, onde podemos assim dizer que os líquidos retiraram os ETRs desta unidade. Os valores de Yb mostram um *trend* bem definido com enriquecimento no elemento para rochas mais básicas.

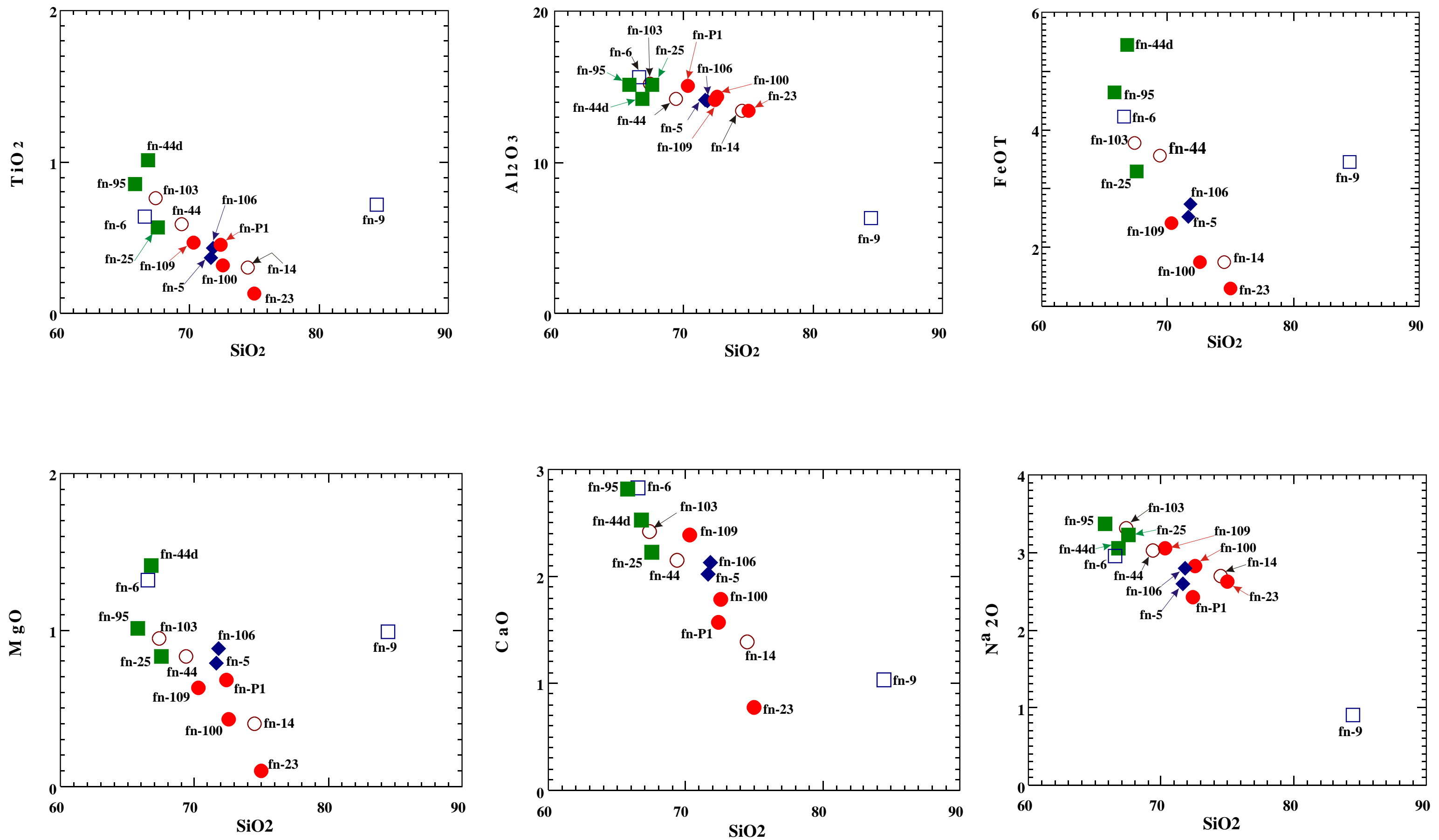


Figura 6.6 - Diagramas de Harker, 1909.

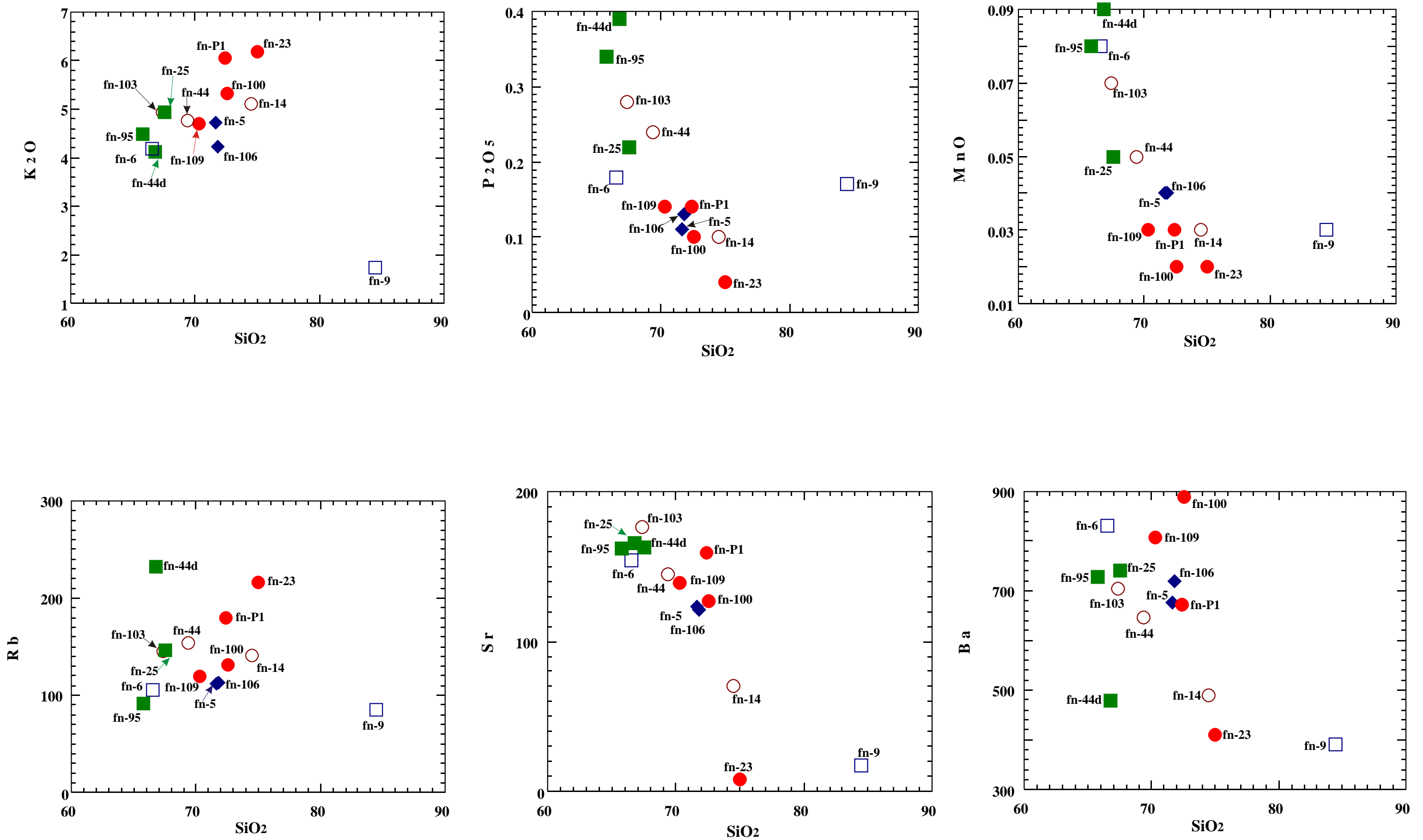


Figura 6.7 - Diagramas de Harker, 1909.

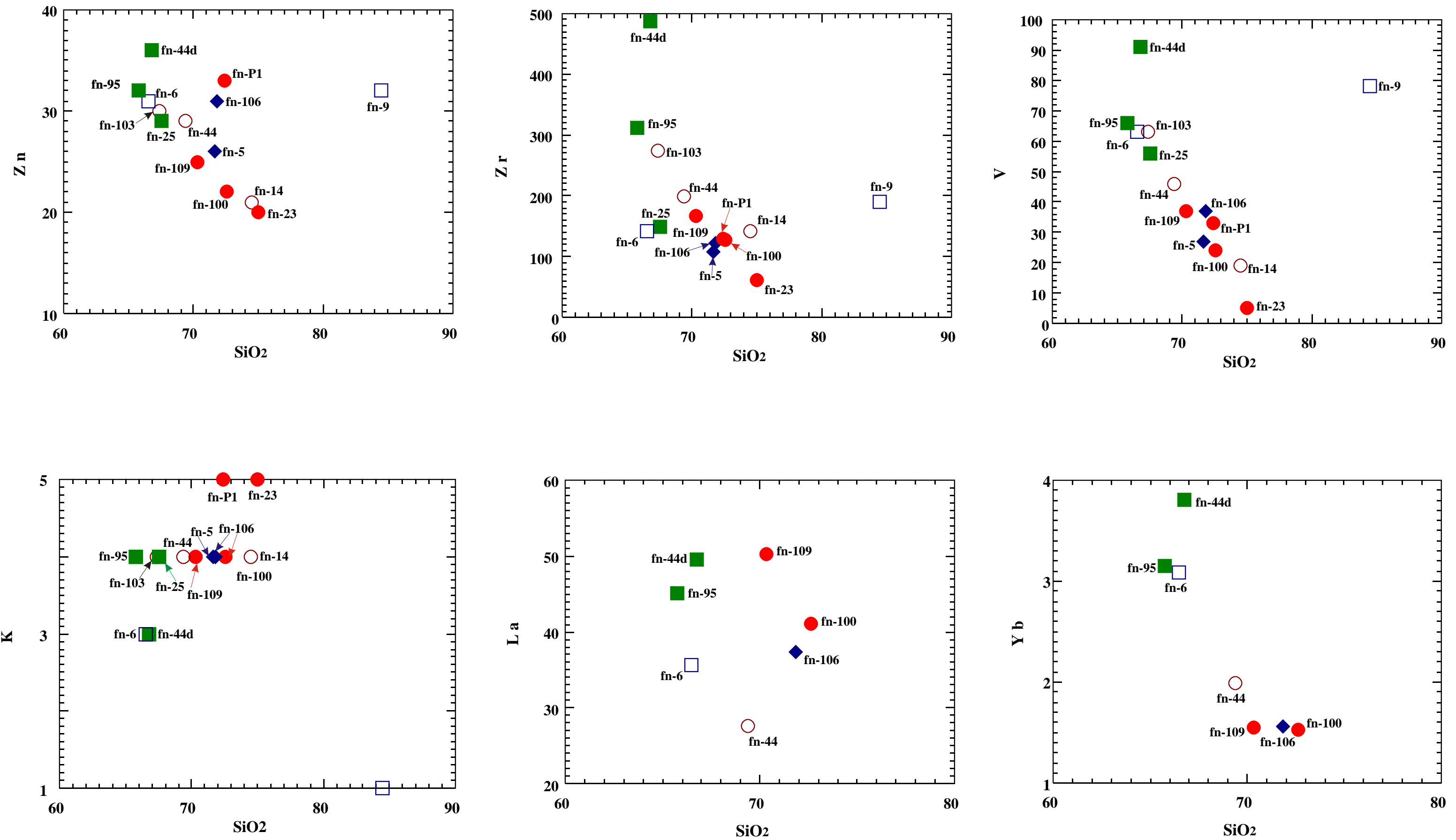


Figura 6.8 - Diagramas de Harker, 1909.

Em função da pequena variação dos teores de SiO_2 , os totais dos elementos terras raras mostram ser parcialmente relacionados com a variação deste óxido, uma vez que o esperado aumento dos valores de ETR_T com o enriquecimento de sílica é confirmado nas amostras de rocha, principalmente rochas charnockíticas (**Figura 6.9**).

Comparando as concentrações de SiO_2 com os teores de terras raras totais, observamos que as rochas charnockíticas apresentam o maior teor de ETR_T e um maior enriquecimento em SiO_2 . Concomitantemente, as rochas facoidais sem porções charnockíticas apresentam o menor teor de ETR_T e a menor concentração de SiO_2 . Tal fato pode ser explicado pela cristalização tardia de fases acessórias concentradoras de ETR, tais como piroxênios, granadas, apatita, titanita e zircão, uma vez que a variação de SiO_2 da seqüência é muito pequena.

Vale ressaltar que ao microscópio as amostras charnockíticas destacam-se pela presença de piroxênio, granada e titanita, além de grande quantidade de apatita e zircão. Por outro lado, as rochas facoidais sem porções charnockíticas mostram ausência ou raro piroxênio e menor quantidade de apatita, titanita, granada e zircão.

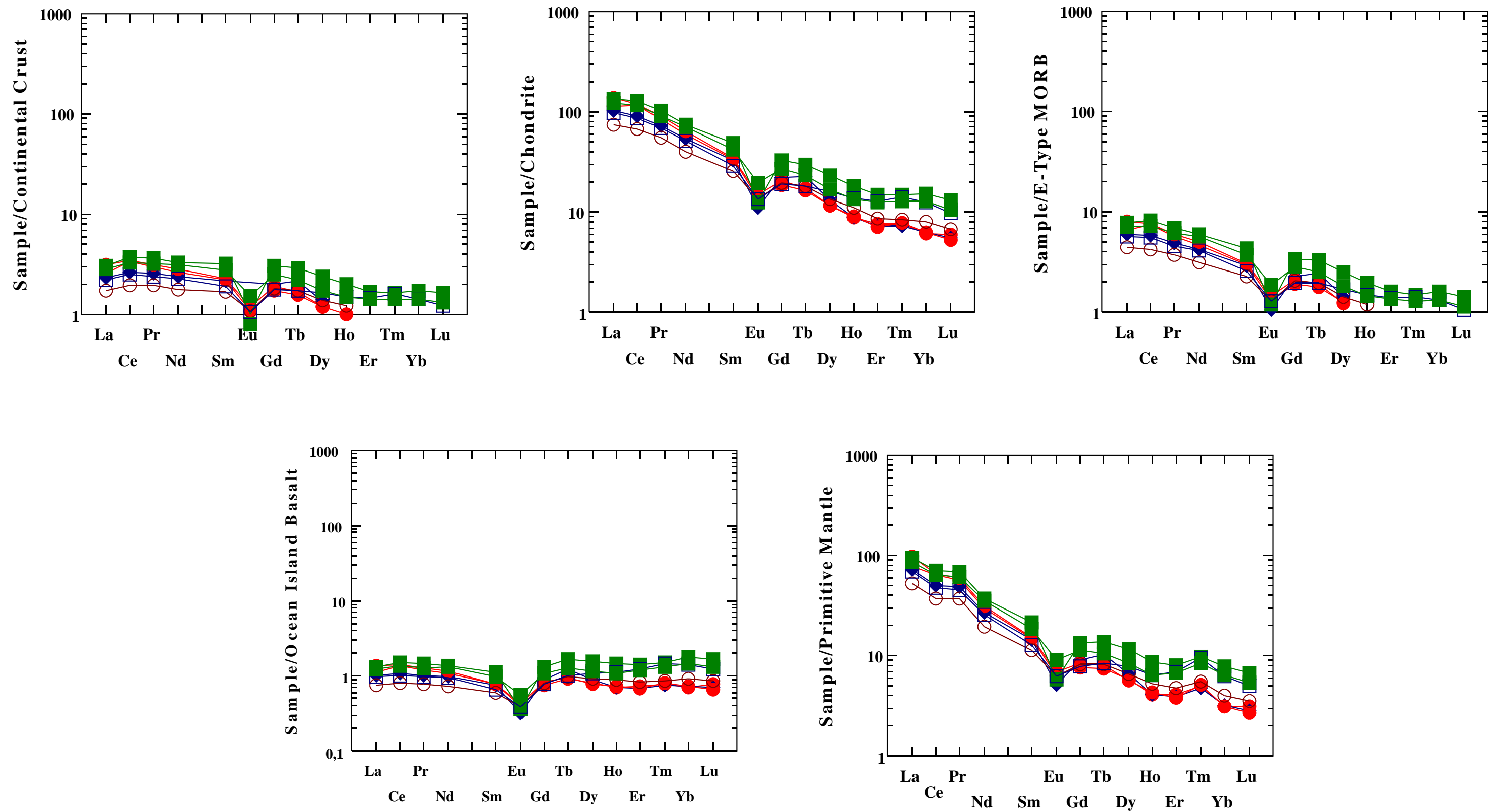


Figura 6.9 - Padrões de elementos terras raras (Sun & McDonough, 1989).

Nos diagramas de variação multi – elementar (Aranhogramas) (**Figura 6.10**), fica claro o enriquecimento em alguns elementos incompatíveis, quando normalizados para concentrações padrões estabelecidos. Os diagramas do tipo Aranhogramas delinearam anomalias bastante coerentes entre si e com os dados obtidos para as demais suítes estudadas. Em relação aos valores do condrito C1, algumas amostras mostraram enriquecimento principalmente em Ba, K e os ETR_L, com anomalia negativa decrescente para Sr, tendo os facoidais típicos os valores mais baixos deste elemento. Em relação aos valores apresentados para crosta continental, os índices anteriormente citados continuam, com uma diminuição no teor de Ba e aumento do de Rb. Juntamente com Sr, Ti mostra uma anomalia negativa. Os valores de manto primitivo deram valores semelhantes ao condrito C1, com exceção de anomalia negativa para Ti quase idêntica a de Sr, além de decréscimo nos valores de Yb e Zn, com enriquecimento em elementos como Rb e Nb. Em relação aos basaltos E-MORB, e os basaltos de ilhas oceânicas (OIB) os valores se mostram semelhantes ao ser comparado com os obtidos para crosta continental.

De maneira geral, os padrões mostram comportamento semelhante com certas variações anteriormente citadas. É notado um enriquecimento nos valores de ETR mais leves, denotado pelas curvas padrão principalmente quando as rochas são normalizadas em relação a condrito, manto primitivo, E-MORB e crosta continental estando respectivamente dos valores mais altos para os mais baixos. Os ETR_P têm valores mais baixos em relação ao MORB e a crosta continental, pois os mesmos são mais enriquecidos nesses elementos. É percebido nestas normalizações um enriquecimento dos ETR_L em relação aos ETR_P. Anomalias de Eu foram observadas em todas as normalizações, indicando um fracionamento de plagioclásio durante a evolução magmática dos granitóides. Quando comparados aos valores de OIB a curva sofre uma leve tendência a inversão, com os valores de ETR_L menores e ETR_P maiores que esses basaltos enriquecidos, exibindo um padrão diferente do observado para as outras ocorrências estudadas.

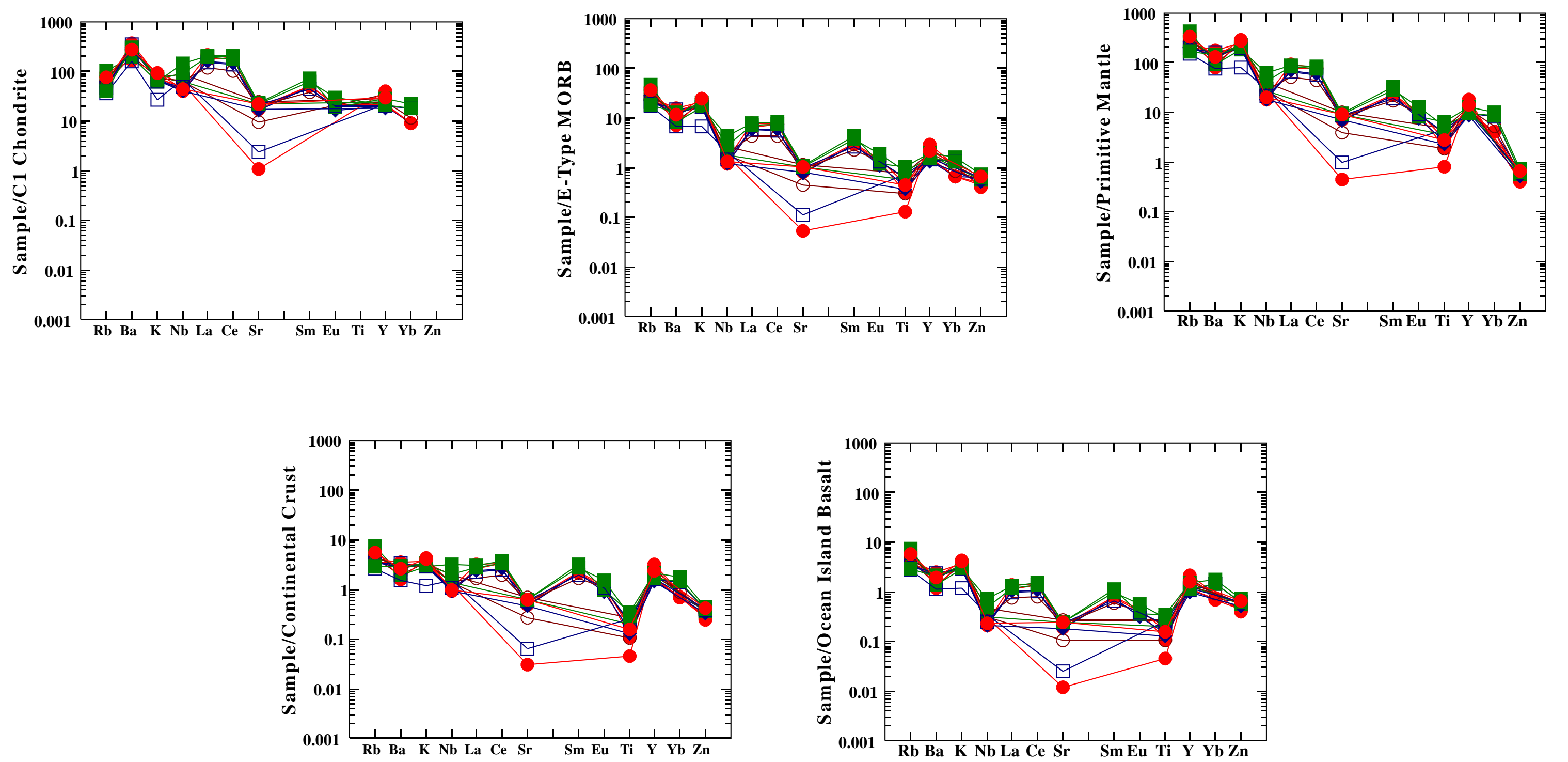


Figura 6.10 - Diagramas multi - elementares (Aranhogramas) (normalização segundo Sun & McDonough, 1989).

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No âmbito deste relatório conclui-se que o mapeamento de campo e as análises laboratoriais e estudos petrográficos executados foram suficientes para se definir as principais características do gnaiss facoidal, mostrando as características transitórias presentes nestes corpos, bem como a sua relação com as demais unidades mapeadas.

A Unidade Gnaiss Facoidal é uma rocha de textura porfirítica, possuindo uma matriz granular a inequigranular, seriada na maioria das vezes, hipidiomórfica, leucocrática, composta por pórfiros de feldspatos potássicos, no caso as variações dos grãos de microclina, plagioclásio geminando ou não e grãos de quartzo em padrão de fitas, denotando remobilização da matriz. Nas porções transicionais a charnockitizadas o hiperstênio, de lâmina para lâmina, chega a ser o principal máfico e sua alteração para anfíbolio e biotita principalmente é claramente observada em lâmina. A tendência da cloritização da biotita é bem nítida nestas porções. Restos de piroxênio em lâmina foram também encontrados na unidade mapeada como gnaisses facoidais sem porções charnockíticas, podendo-se assim concluir que os *augen* gnaisses aqui estudados são a mesma unidade geológica sofrendo processos de alteração mineralógica. São gnaisses homogêneos com uma estrutura oftálmica, com marcante trama cataclástica. Presença de raras lentes de leptinito e rochas da suíte charnockítica inalteradas.

A Unidade Ingá mostrou-se individualizada em relação as demais, apresentando intensa deformação e alteração em campo. Petrograficamente é uma rocha de matriz quartzo – feldspática, com presença de zonas cataclásticas e intensa deformação. Os grãos de quartzo são raros em padrões de fitas, além de possuírem minerais metamórficos como a sillimanita em níveis orientados intercalados com os mesmos. Algumas porções desta unidade apresentam níveis com grãos de turmalina, níveis estes onde a sillmanita é ausente.

A Unidade Morro da Penha, não mostrou tamanhas discrepâncias mineralógicas com os *augen* gnaisses, a não ser pela rara ou ausente cloritização da biotita, e aumento de sua moda em plagioclásio. Esta unidade apresenta o mesmo caráter porfirítico, com textura mortor e mineralogia essencial composta por plagioclásio, feldspato potássico, às vezes mesopertitas e quartzo em fitas. Granadas são presentes e titanitas eventualmente ocorrem. Restos de piroxênio são presentes na unidade Morro da Penha e ausentes na Unidade Ilha da Conceição.

A Unidade Ilha da Conceição é texturalmente, granulometricamente e mineralogicamente diferente, com ausência da textura mortar, possuindo em sua maioria grãos mais finos e apresentando maior quantidade de plagioclásio em relação à microclina, apesar de apresentar dados geoquímicos e de ETR bastante coerentes com as outras amostras. Isto pode ser explicado pela Unidade ser um fácies de borda denotando uma fase final do magmatismo.

Foram feitas contagens modais nas amostras selecionadas para geoquímica. Segundo o diagrama de Streckeisen (1976), as rochas são consideradas granitos a granodioritos, os de porções não charnockitizadas a transicionais respectivamente, sendo quartzo monzonitos a granodioritos a Unidade Morro da Penha e granodioritos a Unidade Ilha da Conceição. As porções charnockíticas plotaram no campo do quartzo monzonito, devido a sua menor concentração em sílica, comprovada através dos diversos gráficos geoquímicos aqui apresentados.

Através da análise química, foi possível identificar que o teor de elementos terras raras totais nestas rochas não difere consideravelmente. Ambas as unidades apresentam assinatura cálcio-alcalina, índice metaluminoso e similaridade no padrão de elementos terras raras. Com os poucos dados químicos obtidos até o momento, pode-se, preliminarmente, inferir uma fonte similar para as rochas das Sub - Unidades Gnaiss Facoidal, Morro da penha e Ilha da Conceição. A unidade Ingá não foi selecionada para a realização das análises geoquímicas por não apresentar amostra em condições necessárias para a realização das mesmas.

Nos diagramas de classificação de Cox *et al.* (1979) e Winchester & Floyd, 1977, houve uma leve disparidade quanto a classificação das rochas comparadas ao diagrama de Streckeisen (1976). Tal discrepância é esperada para rochas inequigranulares megaporfíricas.

São ainda necessários estudos geoquímicos complementares e determinações isotópicas para futuras comparações entre as unidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. ; AMARAL, G. ; CORDANI, U.G. ; KAWASHITA, K. (1973) – “The precambrian evolution South American cratonic margin, south of the Amazon river”. In: A.E.M. Nair and F.G. Stehli (eds.). The ocean basins and margins. New York, Plenum Publ. Co. V.1
- BROWN, G.C. - (1982) – “Calc-Alkaline Intrusive Rocks: Their Diversity, Evolution and Relation to Volcanic Ares”. In: THORPE, R.S. ed., *Andesites*. John Wiley & Sons, p. 437-461.
- COX, K. G., BELL, J. D. & PANKHURST, R. J. – (1979) – “The Interpretation of Igneous Rocks”. George Allen & Unwin, London, 405p.
- DALCOMO, M.T.; FERRARI, A.L.; MELLO, E.F.; VAZ A.A.; BRENNER, T.L.; SILVA V.P.; NASSAR, W.M. (1981) – “Projeto carta geológica do estado do Rio de Janeiro: bloco Baía da Guanabara. Rio de Janeiro”, DRM/geomitec, V. 1. (Relatório Final, Texto Inédito).
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. – (1971) – “A Guide to The Chemical Classification of The Common Volcanic Rocks”. Can. J. Earth Sci., 8: 523-548.
- FONSECA, A.C.;CORDANI,U.G.; KAWASHITA,K. – (1984) – “Dados preliminares sobre a geocronologia das rochas graníticas e suas encaixantes na cidade do Rio de Janeiro – Método Rb-Sr”. In: Congr. Bras. Geol.,33 , Rio de Janeiro, 1984. Anais...Rio de Janeiro,SBG, V.5: 2333-2345.
- HARKER, A. – (1909) – “The Natural History of Igneous Rocks”. Macmillan Publishing, Co. Inc., N. Y. 348p.
- HIPPERT, J.F.M. – (1986) – “A origem da fácies charnoquítico nos augen-gnaisses de Niterói”. In: Cong. Bras. Geol., 34,Goiânia, 1984.Resumos...Goiânia,SBG: 157-158.
- HIPPERT, J.F.M. – (1987) – “Texturas indicativas de metassomatismo potássico nos Augen-Gnaisses de Niterói, RJ, Revista Brasileira de Geociências” Vol 17(3): 253-262
- HORSTPETER H.GJ. ULBRICH, SILVIO R.F. VLACH & VALDECIR A. JANASI – (2001) – “O mapeamento faciológico em rochas ígneas plutônicas”, Revista Brasileira de Geociências Vol 31(2): 163-172, Junho de 2001.
- KAZUO KOSAKAA,* , MASAACKI SHIMIZUB, SHIGERU TAKIZAWAC – (1999) – “Delineation of deformation grades of low-strain granitoids using assemblages of elementary deformation textures.” Journal of Structural Geology 21 (1999) 1525±1534

- LAMEGO, A. R. – (1937) – “Escarpas do Rio de Janeiro”. *Bol.* 93, Serv. Geol. e Mineral., RJ.
- LAMEGO, A. R. – (1945) – “Geologia de Niterói na Tectônica da Guanabara”. *Bol.* 115 da Divisão de Geologia e Mineralogia, RJ.
- LAMEGO, A. R. – (1964) – “O Homem e a Guanabara”. IBGE, Cons. Nac. de Geografia, Biblioteca Geográfica Brasileira. Série a, publ. N°. 5.
- MAGALHÃES, A.C. & VALERIANO, C.M. – (1984) – “Duas ocorrências de rochas charnockíticas na cidade do Rio de Janeiro”. In: Congr. Bras. Geol., 34, Rio de Janeiro, 1984. Resumos...Rio de Janeiro, BG: 256.
- MANIAR, P. D. & PICCOLI, P.M. – (1989) – “Tectonic Discrimination of Granitoids”. *Geological Society of America Bulletin*, 101: 635-643.
- MARRE, J. – (1982) – “Méthodes d analyse structurales des granitoïdes”. *Bur. Rech. Geol. Min. Man./Méthodes*, 3.
- MEHNERT K. R. – (1971) – “Migmatitos e a origem das rochas graníticas”. Tradução sumarizada por: Emiliano Cornélio de Souza e Adalton Oliveira Martins, Setor de Petrografia e Mineralogia dos Solos, Divisão de Pesquisa Pedológica, Rio de Janeiro.
- PEACOCK M.A. – (1931) – “Classification of Igneous Rock Series”. *J. Geol.*, 39:54-67
- PENHA, H.M. (1997) – “O Granito Cassorotiba-Região dos Lagos Fluminense”. In: V Simp. Geol. Sud. Atas.
- PENHA, H. M. & MENDES, J. C., LUDKA, L. P.; GUIMARÃES, A.M.; ALMEIDA, F. & PENHA, L.L. – (2001) – “Geologia do Granitóide Itacoatiara, RJ: Resultados Preliminares”. 35° Simp. Geol. Sudeste, SBG, *Bol.* de resumos.
- PENHA *et al.* – (2004) – “Projeto avaliação das encostas de Niterói com vista aos fenômenos de deslizamentos – Setor 1 (Zonas Centro, Norte e Sul)”, Cap. 3 – Geologia da Área (Hélio M. Penha, Isabel Ludka, André L. Ferrari e Beatriz E. Serrano). Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
- PENHA, H.M., LUDKA, I.P., FERRARI, A.L., SERRANO-SUAREZ, B. – (2005) – “Considerações Petrológicas e Estruturais do Gnaiss Facoidal no Município de Niterói, RJ”. Simpósio de Geologia do Sudeste, IX, SBG, RJ, p. 5.
- PROJETO RADAMBRASIL, Levantamentos de Recursos Naturais, . 32: 194-195
- RICHARD A. BATCHELOR and PETER BOWDEN – (1985) – “Petrogenic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters” *Chemical Geology*, V 48 (1985) 43--55 43, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam -- Printed in The Netherlands.

STRECKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12: 1-33.

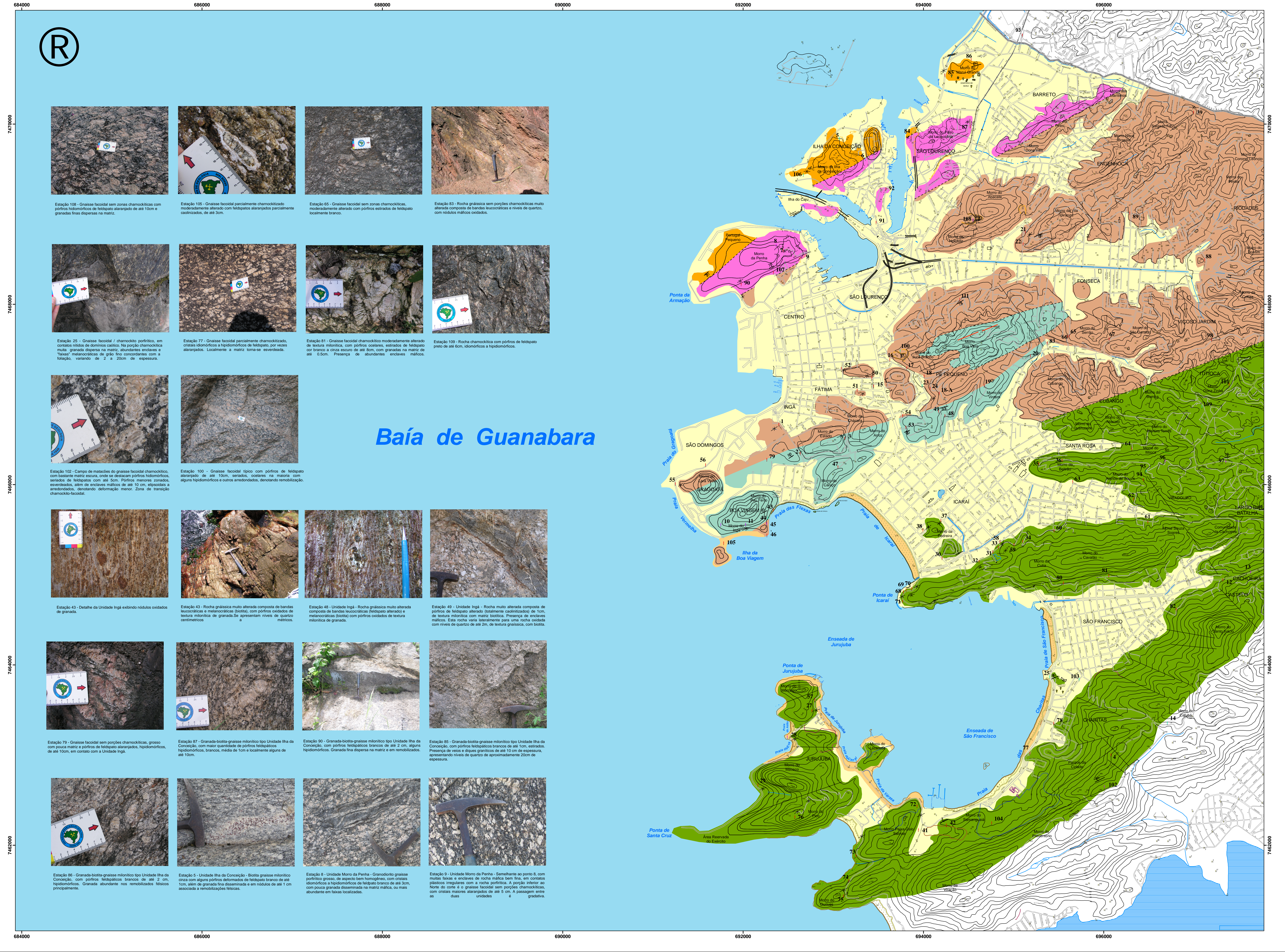
SUN, S. S. & McDONOUGH, W. F. – (1989): “Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Process. In: *Magmatism in The Ocean Basins*”. Geological Society, Special Publication, 1989 (42): 313-345; Colorado USA.

WINCHESTER, J. A. & FLOYD, P. A. – (1977) – “Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Immobile Elements”. *Chemical Geology* 20: 325-343.

ANEXO A

Mapa Geológico

MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO - REGIÃO DE NITERÓI/RJ



Legenda

- Ponto Cotado
 - Corte/Aterro
 - Rua/Estrada/Rodovia
 - Cais/Ancoradouro
 - Caminho
 - Hidrografia
 - Cemitério
 - Curva de Nível Mestra
 - Ponte/Elevado
 - Faixa de Areia
 - Ferrovia
 - Limite Municipal
- Mapa Geológico Simbologia**
- Estações Geológicas
 - Estudos Petrográficos
 - Estudos Petrográficos e Análises Geoquímicas
 - Contato Transicional
 - Filão de Quartzo
 - Lineamento
 - Direção e Mergulho
 - Direção de Foliação Vertical/Subvertical

Unidade Estratigráfica

Quaternário

- Depósitos praias
- Depósitos fluvio-marinhos de planície aluvionar e calhas fluviais. Presença de depósitos tectogênicos.

Pré-Cambriano

Unidade Gnaiss Facoidal

Sub-unidade Gnaiss Facoidal com zonas charnockíticas
(Hiperstênio) - biotita granito (charnockito) com cristais subeudrícos a facóides (augen) centimétricos de feldspato potássico (microperitita) e plagioclásio, de coloração cinza escura a esverdeada, presença aleatória de granada, matriz grossa, orientado em diferentes graus, por deformação milonítica e/ou foliação de fluxo magmático. Inclusões de tamanhos variados e formas geralmente lenticulares de rochas dioríticas, charnockíticas, gnáissicas e leptinitas, ocorrem orientadas segundo a foliação. Transiciona para a sub-unidade Gnaiss facoidal sem ocorrência de zonas charnockíticas.

Sub-unidade Gnaiss Facoidal sem zonas charnockíticas

Biotita granito com facóides (augen) centimétricos a decamétricos de feldspato potássico (microperitita) e plagioclásio, de coloração alaranjada a branco, presença aleatória de granada, orientado em diferentes graus, por deformação milonítica e/ou foliação de fluxo magmático. Inclusões de tamanhos variados e formas geralmente lenticulares de rochas dioríticas, charnockíticas, gnáissicas e leptinitas, ocorrem orientadas segundo a foliação. Presença de diques de pegmatito e veios de quartzo. Transiciona para a sub-unidade Gnaiss facoidal com zonas charnockíticas e para a unidade Morro da Penha.

Unidade Ingá

Conjunto gnáissico, composto por níveis centimétricos a decamétricos intercalados, de leucognáissicos biotíticos gnáissicos feldspáticos e gnáissicos quartzosos de aspecto quartzítico. Presença de nódulos de granada, níveis de sillimanita e turmalina como minerais acessórios. São raros os afloramentos de rocha sã dessa litologia. Presença de dobras e contatos por falha com o Gnaiss facoidal encaixante.

Unidade Morro da Penha

Biotita granito a granodiorito gnáissico com cristais centimétricos de feldspatos potássicos eudriais a oftalmicos (augen) em matriz biotítica de grau médio a grosso, orientado por deformação milonítica e/ou fluxo magmático e presença de inclusões de natureza e formas variadas. Localmente observam-se aglomerações de granadas. É cortado por diques de granito e pegmatitos. Apresenta em alguns pontos delgadas zonas de cisalhamento.

Unidade Ilha da Conceição

(Granada) - biotita - microclina - quartzo - plagioclásio - gnaiss, de grão médio a fino e coloração cinza a cinza escura, de aspecto homogêneo com cristais amendoados de feldspato de até 2 cm, com forte orientação milonítica e foliação gnáissica bem marcada. Venulações e remobilizações quartzo - feldspáticas, ocorrem por toda a rocha acompanhadas de aglomerados de cristais de granato. Todo o conjunto é cortado por diques de microgranito e de pegmatito. Em alguns pontos, apresenta-se bastante fraturada.

Localização Geográfica

